






INFORME


AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA

(C.E.I.P. Hermanos Gil Muñiz)


| | |
|------------|---------------------|
| Nº OFERTA | CO_1306 |
| Nº INFORME | IN_1306_41_20160316 |

| Elaborado por: | | Revisado por: |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Alberto Trueba Salas | Daniel Lozano Villamediana | Inés Simón García |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO..... | 1 |
| 1.1 Datos generales del centro | 1 |
| 1.2 Planos y distribución | 2 |
| 1.3 Envolverte y cerramientos..... | 4 |
| 1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS..... | 5 |
| 1.4.1 Producción de ACS | 5 |
| 1.4.2 Unidades Terminales..... | 5 |
| 1.5 Iluminación..... | 8 |
| 1.5.1 Iluminación interior..... | 9 |
| 1.5.2 Iluminación exterior | 10 |
| 1.5.3 Sistemas de control | 10 |
| 1.5.4 Condiciones de funcionamiento..... | 10 |
| 1.6 Otros equipos | 11 |
| 1.7 Resumen de potencias instaladas | 13 |
| 2. CONSUMOS ANUALES..... | 14 |
| 2.1 Consumos eléctricos | 14 |
| 2.2 Consumos térmicos..... | 17 |
| 2.3 Consumos energéticos totales | 18 |
| 2.4 Índices energéticos..... | 19 |
| 2.4.1 Índices energéticos eléctricos | 19 |
| 2.4.2 Índices energéticos térmicos..... | 19 |
| 3. MEDICIONES REALIZADAS | 20 |
| 3.1 Medidas eléctricas..... | 20 |
| 3.1.1 Registros trifásicos | 20 |
| 3.1.2 Registros monofásicos..... | 24 |
| 3.2 Medida de nivel de iluminación | 26 |
| 3.3 Medidas térmicas..... | 27 |
| 3.3.1 Registradores de temperatura y humedad | 27 |
| 3.4 Análisis termográfico..... | 31 |
| 3.5 Certificación energética | 32 |
| 4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO | 33 |
| 4.1 Desglose de consumos eléctricos..... | 33 |
| 4.2 Desglose de consumos térmicos | 34 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|  SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 41 Rev.02 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3 | Contribución de energías renovables | 35 |
| 5. | ACTUACIONES PROPUESTAS | 36 |
| 5.1 | Sustitución de iluminación existente por tecnología LED | 36 |
| 5.2 | Ajuste de la potencia eléctrica contratada | 38 |
| 6. | MEJORAS RECOMENDADAS | 40 |
| 6.1 | Sistemas de regulación y control de la iluminación interior | 40 |
| 6.2 | Implantación de un sistema de monitorización y control..... | 42 |
| 7. | PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES | 44 |
| 7.1 | Energía solar térmica..... | 44 |
| 7.2 | Biomasa | 44 |
| 7.3 | Fotovoltaica - Autoconsumo | 44 |
| 8. | RESUMEN | 45 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y RESUMEN DE INVENTARIO

1.1 Datos generales del centro

| | |
|-------------------------|-----------------------------------------------|
| Denominación del Centro | CEIP Hermanos Gil Muñiz |
| Dirección | Pz Leganitos 4, 29601 Marbella |
| Tipo de edificio | Centro Educativo |
| Persona de Contacto | Noemi Puche Moncrief (directora) 951 27 05 50 |
| Número de edificios | 1 |
| Referencia Catastral | 1227201UF3412N |

Tabla 1 Resumen datos generales

Las instalaciones del **CEIP Hermanos Gil Muñiz** que se han auditado se encuentran situadas en la **Plaza Leganitos 4** en la localidad de **Marbella**.

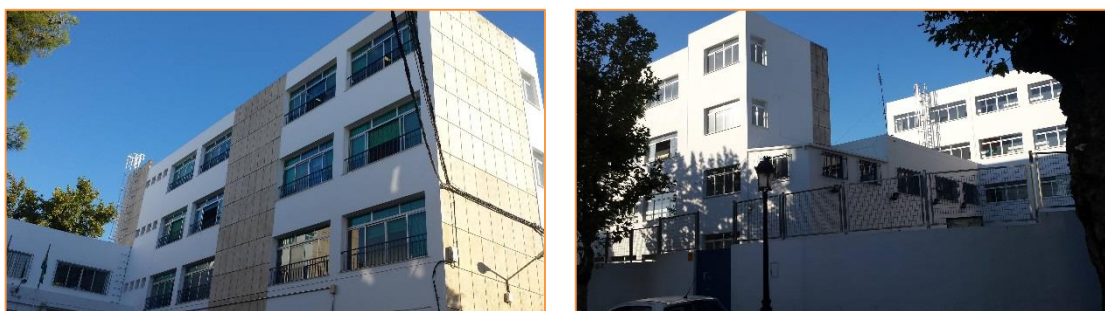


Imagen 1 Vistas generales del CEIP Hermanos Gil Muñiz



Imagen 2 Vista aérea del CEIP Hermanos Gil Muñiz

| Edificio | Nº plantas | Sup. Útil m² | Ocupación | Horario | Año de construcción | Año última reforma |
|-------------------------|------------|--------------|-----------|------------|---------------------|--------------------|
| CEIP Hermanos Gil Muñiz | 4 | 1885 | 283 | 8:45-15:30 | 1968 | 2014** |

Tabla 2 Resumen de horario, usos y datos constructivos

En el año 2014, amparadas bajo el plan OLA, se llevaron a cabo el cierre de pasillos, la renovación de la instalación eléctrica y las escaleras de acceso a cubierta.

| CEIP Hermanos Gil Muñiz | Ocupación | Horario de funcionamiento | Uso |
|-------------------------|-----------|---------------------------|----------------|
| Aulas | 20 | 9:00-14:00 | Educativo |
| Secretaría | 2 | 8:45-15:30 | Administrativo |
| Dirección | 1 | 8:45-15:30 | Administrativo |
| Limpieza | - | 16:00-20:00 | - |

Tabla 3 Ocupación y horario por zonas y actividades del Edificio

1.2 Planos y distribución

En la tabla siguiente se muestran los metros cuadrados según los usos para cada una de las plantas.

| USO | Planta 0 (m²) | Planta 1 (m²) | Planta 2 (m²) | Planta 3 (m²) | Planta – (m²) | Sup. Total (m²) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Administrativo | 36 | 52 | -- | -- | -- | 88 |
| Aseos | 38 | 29 | 29 | 29 | -- | 123 |
| Aulas | 116 | 177 | 155 | 155 | -- | 602 |
| No habitable | 61 | -- | -- | -- | -- | 61 |
| Usos múltiples | 54 | 25 | -- | -- | -- | 79 |
| Zonas comunes | 120 | 79 | 80 | 80 | 22 | 382 |
| Sup. Total (m²) | 426 | 361 | 263 | 263 | 22 | 1.336 |

Tabla 4 Distribución de Superficie por usos

A continuación se muestra un gráfico donde se recogen las superficies según el tipo de uso. En él se observa que la zona dedicada a aulas abarca el 45% de la superficie total de la instalación, mientras que el resto se reparte entre los diferentes usos, destacando el espacio destinado a zonas comunes con un 28%.

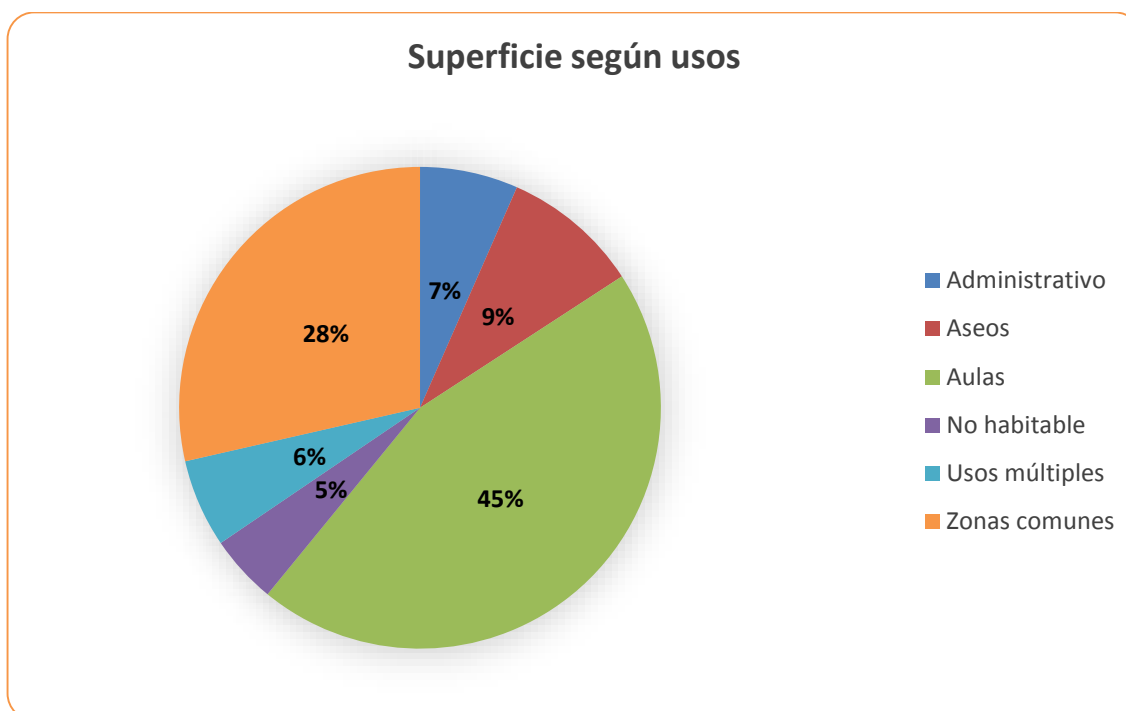



Gráfico 1 Superficie según Usos

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

1.3 Envolverte y cerramientos

Desde 1957 las normas técnicas que regulaban el sector de la edificación eran las normas MV, competencia del Ministerio de la Vivienda. Esta reglamentación fue desarrollada por la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación; y concretamente se editaron entre los años 30 y 70 las siguientes normas reguladoras de la envolvente térmica:

MV 201: Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

MV 301: Impermeabilización de cubiertas con materiales bituminosos.

El edificio, según la ficha catastral, fue construido en 1968; y por lo tanto lo hizo bajo la influencia de dichas normas MV.

No obstante, recientemente ha sufrido una reforma de consideración, pues, tal y como nos indican los responsables del centro, se han cerrado los pasillos de acceso a las aulas, de manera que se han reducido considerablemente los puentes térmicos.

Las fachadas principales presentan un acabado liso continuo; pero las testeras de los volúmenes más alargados, en sus orientaciones norte y sur poseen un revestimiento de piedra para remarcar esa verticalidad.

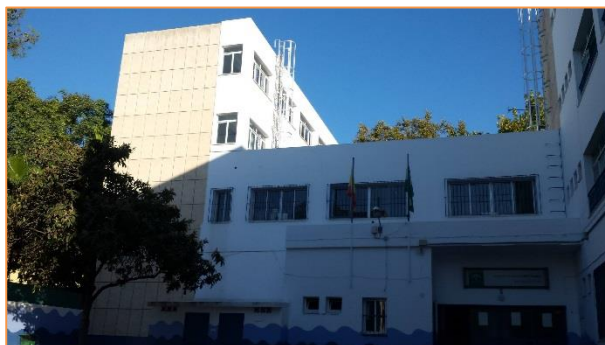


Imagen 3 Cerramiento Vertical

En las siguientes imágenes se puede ver los diferentes tipos de carpintería existentes:

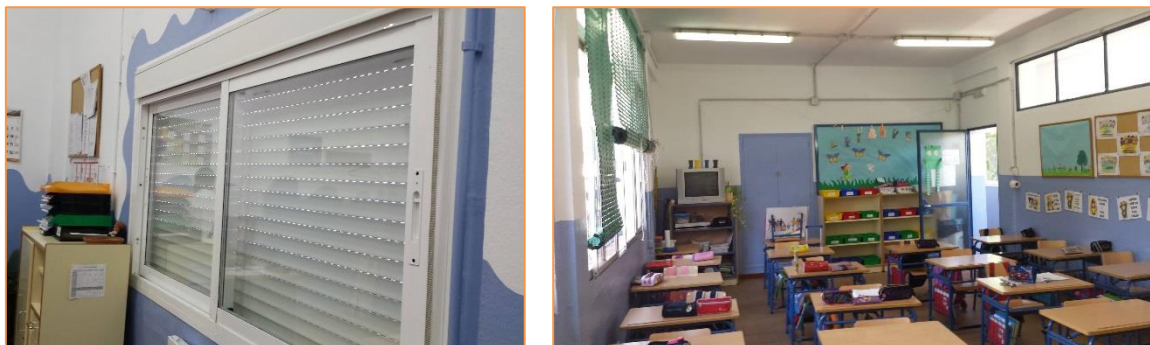



Imagen 4 Diferentes tipos de carpintería exterior

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

1.4 Descripción de los sistemas de climatización y ACS

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

Por otra parte, al tratarse de un edificio construido antes del 2007, donde el RITE (RD 1027/2007) establece obligaciones respecto al aporte de aire exterior, tampoco hay presencia de sistemas de ventilación mecánica.

El centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.1 Producción de ACS

Tal y como se comenta anteriormente, el centro no cuenta con sistemas de producción-acumulación de agua caliente sanitaria, ya que no existe demanda de este servicio.

1.4.2 Unidades Terminales

A continuación se resumen las características técnicas de las diferentes unidades de tratamiento de que consta el centro para cubrir las necesidades de calefacción por zonas:

Radiadores eléctricos

El centro consta de un sistema de calefacción compuesto por radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de las estancias que lo requieran.

| Característica | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Unidad terminal | Radiador eléctrico | Radiador eléctrico | Radiador eléctrico | Radiador eléctrico |
| Tipo | Suelo | Suelo | Suelo | Suelo |
| Servicio | Calefacción | Calefacción | Calefacción | Calefacción |
| Edificio | CEIP Gil Muñiz | CEIP Gil Muñiz | CEIP Gil Muñiz | CEIP Gil Muñiz |
| Planta | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Zona de tratamiento | Aulas y dirección | Secretaría y aulas | Aula 1 | Aulas |
| Modelo | RW-2000 | G011225R | G010920R | E-2009 |
| Cantidad | 12 | 3 | 1 | 6 |
| Batería calor | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica | Resistencia eléctrica |
| Pot. Calorífica Unitaria (kW) | 2,00 | 2,50 | 2,00 | 2,00 |
| Pot. Abs. (kW) | 24,00 | 7,50 | 2,00 | 12,00 |
| Regulación | Sin regulación | Sin regulación | Sin regulación | Sin regulación |
| Tipo control | Usuario | Usuario | Usuario | Usuario |

Tabla 5 Características radiadores instalados



*Imagen 5 Tipología de **unidades interiores** instaladas- Radiadores eléctricos*



*Imagen 6 Tipología de **unidades interiores** instaladas- Radiadores eléctricos*

La distribución de potencia calorífica instalada por zonas es la siguiente:

| Zona | Superficie Calefactada (m2) | Pot. Calorífica (kW) | Ratio (W/m2) |
|----------------|-----------------------------|----------------------|--------------|
| Administrativo | 32,06 | 4,50 | 140,36 |
| Aulas | 681,24 | 39,00 | 57,25 |
| Total | 713,30 | 43,50 | 60,98 |

Tabla 6 Resumen de potencia calorífica instalada por zonas

En el siguiente gráfico se representa el porcentaje de la potencia calorífica instalada por zonas y la superficie calefactada en el centro:

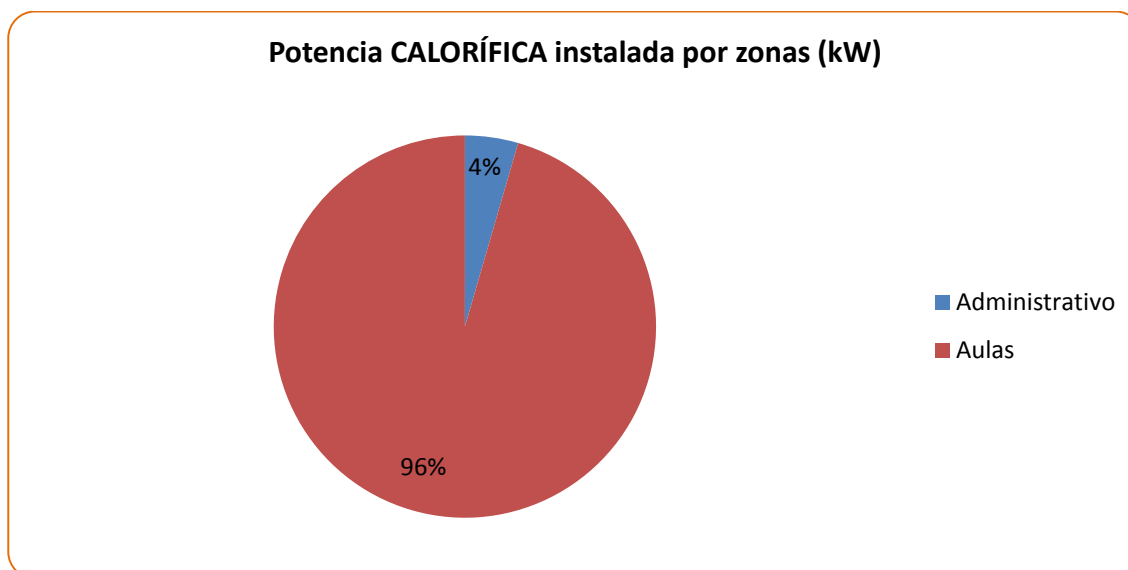


Gráfico 2 Porcentaje de potencia calorífica instalada por zonas

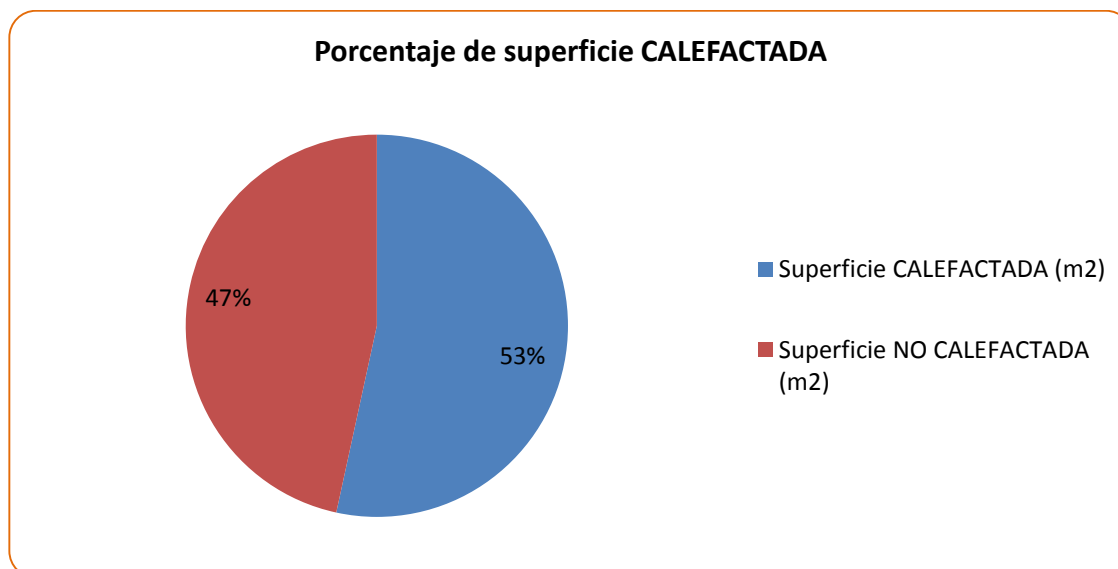


Gráfico 3 Porcentaje de superficie calefactada

1.5 Iluminación

La potencia total instalada es de 21,91 kW, que se distribuye según usos tal como se muestra en el siguiente gráfico.

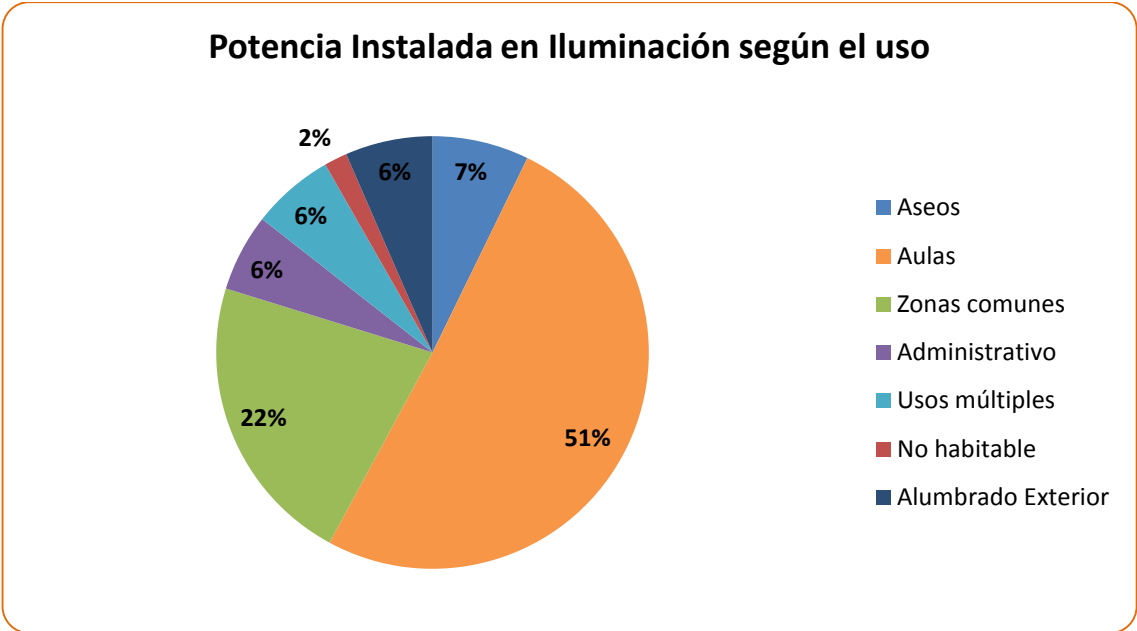


Gráfico 4 % Potencia instalada en iluminación según el uso

En el siguiente gráfico se muestran los distintos tipos de lámparas instalados y el porcentaje que cada uno de ellos representa en el conjunto del centro educativo.

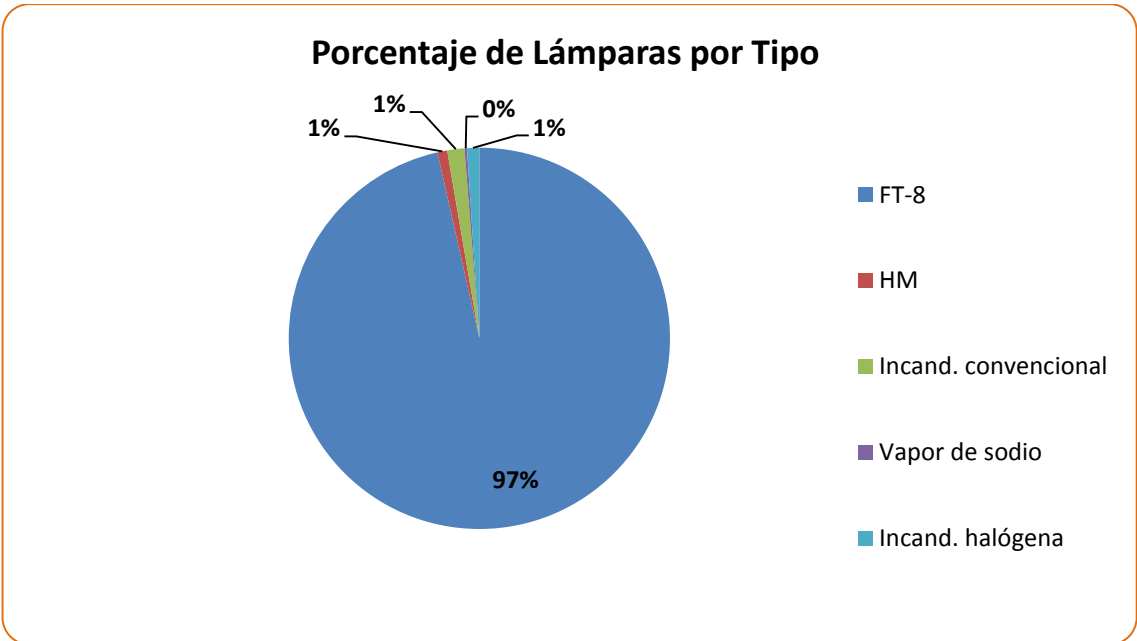


Gráfico 5 % de cada tipo de lámpara instalada

1.5.1 Iluminación interior

En la tabla siguiente se muestra un resumen detallado del tipo de iluminación y las potencias de cada una de las lámparas.

Las características de los elementos y equipos de iluminación, así como su distribución por zonas, se detallan en el Anexo **“Inventario Instalaciones”**.

| Tipo | Nº Lum. | Pot.(kW) |
|----------------------|------------|--------------|
| EM | 236 | 20,21 |
| FT-8 | 236 | 20,21 |
| 2 | 228 | 19,66 |
| 36 | 227 | 19,61 |
| 18 | 1 | 0,04 |
| 1 | 8 | 0,56 |
| 58 | 8 | 0,56 |
| - | 9 | 0,45 |
| Incand. convencional | 4 | 0,20 |
| 2 | 1 | 0,08 |
| 40 | 1 | 0,08 |
| 1 | 3 | 0,12 |
| 40 | 3 | 0,12 |
| Incand. halógena | 5 | 0,25 |
| 1 | 5 | 0,25 |
| 50 | 5 | 0,25 |
| Total general | 245 | 20,66 |

Tabla 7 Resumen de lámparas instaladas

En las imágenes siguientes se pueden observar los modelos de luminarias más representativos instalados.



Imagen 7 Tipos de luminarias instaladas

1.5.2 Iluminación exterior

En la tabla siguiente se recoge un resumen detallado de la iluminación exterior y las potencias de cada una de las lámparas instaladas.

| Tipo | Nº Lum. | Pot.(kW) |
|-------------------------|----------|-------------|
| - | 7 | 1,25 |
| Incand. convencional | 2 | 0,12 |
| 1 | 2 | 0,12 |
| 60 | 2 | 0,12 |
| Vapor de sodio | 1 | 0,13 |
| 1 | 1 | 0,13 |
| 125 | 1 | 0,13 |
| Halogenuros | 4 | 1,00 |
| 1 | 4 | 1,00 |
| 250 | 4 | 1,00 |
| Total general | 7 | 1,25 |

Tabla 8 Resumen de iluminación exterior




Imagen 8 Luminarias situadas en el exterior del edificio

1.5.3 Sistemas de control

No existe ningún tipo de control de iluminación en ninguna zona del edificio.

1.5.4 Condiciones de funcionamiento

Para determinar el perfil de comportamiento de la instalación, se instalaron registradores monofásicos durante varias jornadas representativas; con los datos obtenidos en una semana “estándar” nos podemos hacer a la idea del comportamiento general.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

1.6 Otros equipos

A continuación se muestran el resto de equipos eléctricos existentes en el centro.

| Tipos de Equipos | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|----------------------------|------------|---------------------|
| Audiovisual | 25 | 4,808 |
| DVD/cd | 5 | 0,092 |
| 20 | 4 | 0,08 |
| 12 | 1 | 0,012 |
| Proyector | 4 | 1,236 |
| 300 | 1 | 0,3 |
| 312 | 3 | 0,936 |
| Televisión tubo | 11 | 3,3 |
| 300 | 11 | 3,3 |
| Televisión lcd | 3 | 0,135 |
| 45 | 3 | 0,135 |
| Grabador video | 1 | 0,015 |
| 15 | 1 | 0,015 |
| Reproductor VHS | | |
| DVD | 1 | 0,03 |
| 30 | 1 | 0,03 |
| Electrodoméstico | 4 | 2,85 |
| Microondas | 1 | 1,15 |
| 1150 | 1 | 1,15 |
| Cafetera | 1 | 1,5 |
| 1500 | 1 | 1,5 |
| Nevera | 2 | 0,2 |
| 95 | 1 | 0,095 |
| 105 | 1 | 0,105 |
| Informático | 34 | 10,95134 |
| Ordenador | | |
| sobremesa | 15 | 4,5 |
| 300 | 15 | 4,5 |
| Rack | 1 | 0,1 |
| 100 | 1 | 0,1 |
| Fotocopiadora | 2 | 3,1 |
| 1500 | 1 | 1,5 |
| 1600 | 1 | 1,6 |
| Fax | 1 | 0,072 |
| 72 | 1 | 0,072 |
| Ordenador portátil | 1 | 0,15 |
| 150 | 1 | 0,15 |
| Impresora oficina | 9 | 2,985 |
| 20 | 1 | 0,02 |
| 768 | 1 | 0,768 |
| 600 | 2 | 1,2 |
| 75 | 1 | 0,075 |
| 280 | 1 | 0,28 |
| 214 | 3 | 0,642 |
| Switch | 2 | 0,00934 |
| 4,67 | 2 | 0,00934 |
| Router | 3 | 0,035 |
| 10 | 2 | 0,02 |
| 15 | 1 | 0,015 |
| Otros | 1 | 0,5 |
| Máquina plastificar | 1 | 0,5 |
| 500 | 1 | 0,5 |
| Sonido | 40 | 1,617 |
| Altavoz | 20 | 1 |

| Tipos de Equipos | Nº Equipos | Potencia total (kW) |
|---------------------------|------------|---------------------|
| 20 | 14 | 0,28 |
| 5 | 4 | 0,02 |
| 350 | 2 | 0,7 |
| Minicadena música | 1 | 0,185 |
| 185 | 1 | 0,185 |
| Radio-cd | 15 | 0,368 |
| 40 | 6 | 0,24 |
| 15 | 8 | 0,12 |
| 8 | 1 | 0,008 |
| Piano | 4 | 0,064 |
| 20 | 2 | 0,04 |
| 12 | 2 | 0,024 |
| Radiador eléctrico | 22 | 45,5 |
| Radiador electrico | 22 | 45,5 |
| 2000 | 19 | 38 |
| 2500 | 3 | 7,5 |
| Total general | 126 | 66,22634 |

Tabla 9 Resumen equipos eléctricos y potencia unitaria.

El siguiente gráfico muestra el peso porcentual que cobra cada tipología de equipo eléctrico en cuanto a potencia instalada.

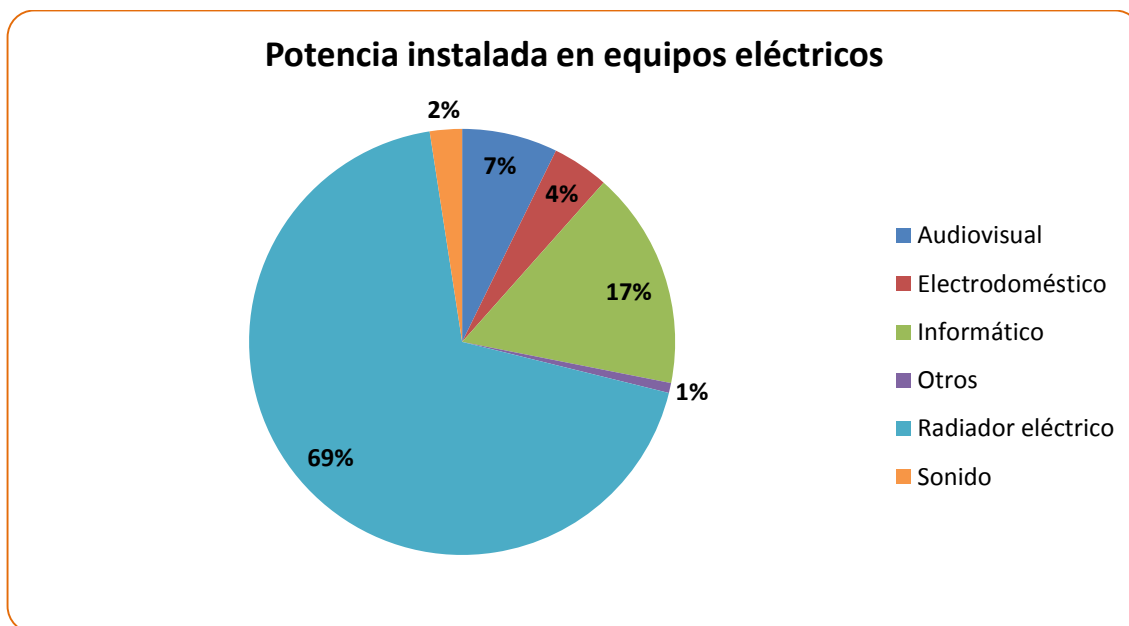


Gráfico 6 Potencia instalada por tipología de equipos

1.7 Resumen de potencias instaladas

En el siguiente gráfico se pueden identificar las potencias instaladas en el centro:

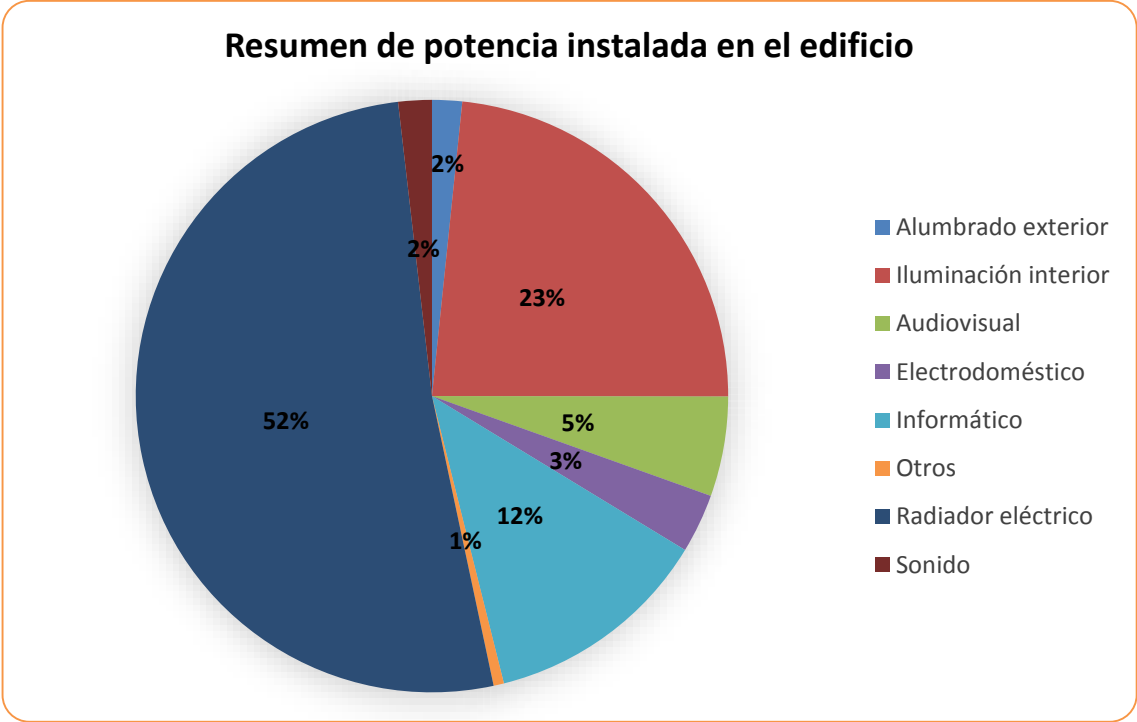



Gráfico 7 Potencia instalada por usos

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

2. CONSUMOS ANUALES

2.1 Consumos eléctricos

El suministro eléctrico se encuentra contratado con la comercializadora Endesa. Existen dos puntos de suministro, uno con tarifa 2.0A y pequeños consumos; y otro con tarifa 3.0A vinculado al suministro general del centro educativo.

Analizaremos el suministro principal, cuyas condiciones de contratación a fecha de febrero de 2015 se muestran a continuación:

| | | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------|
| CUPS | ES0031103006656009RH0F | Tarifa de acceso | 3.0 A |
| CONDICIONES DE CONTRATACION | | | |
| | P1 | P2 | P3 |
| Potencia contratada (kW) | 32,87 | 32,87 | 32,87 |
| Término de potencia (€/kW año) | 40,728525 | 24,437115 | 16,29141 |
| Término de energía (€/kWh) | 0,140053 | 0,110182 | 0,075633 |

Se ha realizado un análisis de los consumos eléctricos a partir de los datos de las facturas eléctricas recibidas. El periodo estudiado corresponde al último año de facturación: desde Febrero de 2015 hasta Febrero de 2016.

| Fecha inicio | Fecha Fin | Consumo P1 (kWh) | Consumo P2 (kWh) | Consumo P3 (kWh) | Potencia Maximétrica (kW) | Facturado Reactiva (€) | Base imponible (€) |
|--------------|------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|
| 25/02/2015 | 27/03/2015 | 503 | 4161 | 425 | 21 /31 /6 | 0,00 | 803,47 |
| 27/03/2015 | 27/04/2015 | 651 | 1059 | 128 | 19 /21 /2 | 0,00 | 442,84 |
| 27/04/2015 | 25/05/2015 | 589 | 779 | 107 | 16 /15 /1 | 0,00 | 378,90 |
| 25/05/2015 | 25/06/2015 | 501 | 722 | 120 | 13 /14 /1 | 0,00 | 381,09 |
| 25/06/2015 | 24/07/2015 | 94 | 157 | 90 | 5 /5 /0 | 0,00 | 239,54 |
| 24/07/2015 | 25/08/2015 | 63 | 288 | 124 | 5 /7 /7 | 0,00 | 272,14 |
| 25/08/2015 | 25/09/2015 | 569 | 745 | 153 | 14 /14 /4 | 0,00 | 388,02 |
| 25/09/2015 | 28/10/2015 | 722 | 1034 | 154 | 14 /15 /0 | 0,00 | 455,27 |
| 28/10/2015 | 25/11/2015 | 283 | 1707 | 122 | 14 /27 /0 | 0,00 | 432,37 |
| 25/11/2015 | 23/12/2015 | 293 | 2208 | 135 | 12 /29 /2 | 0,00 | 492,67 |
| 23/12/2015 | 26/01/2016 | 252 | 2095 | 152 | 16 /35 /1 | 0,00 | 530,78 |
| 26/01/2016 | 23/02/2016 | 282 | 2684 | 163 | 11 /39 /2 | 0,00 | 578,14 |

Tabla 10 Facturación eléctrica

A partir de la facturación eléctrica se observa que no existen penalizaciones por energía reactiva.

| | P1 | P2 | P3 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| Potencia contratada (kW) | 32,87 | 32,87 | 32,87 |
| Potencia registrada (kW) | 21 | 39 | 7 |

Tabla 11 Potencias contratada y registrada

Respecto a la potencia contratada se observa en las lecturas del maxímetro, que la contratada es inferior a la demandada en diciembre y enero; mientras que en los meses de primavera y

verano la potencia demandada está muy por debajo de la contratada. Por ello se recomienda realizar un ajuste de la potencia según las necesidades de la instalación.

El gasto anual de la facturación eléctrica es el siguiente:

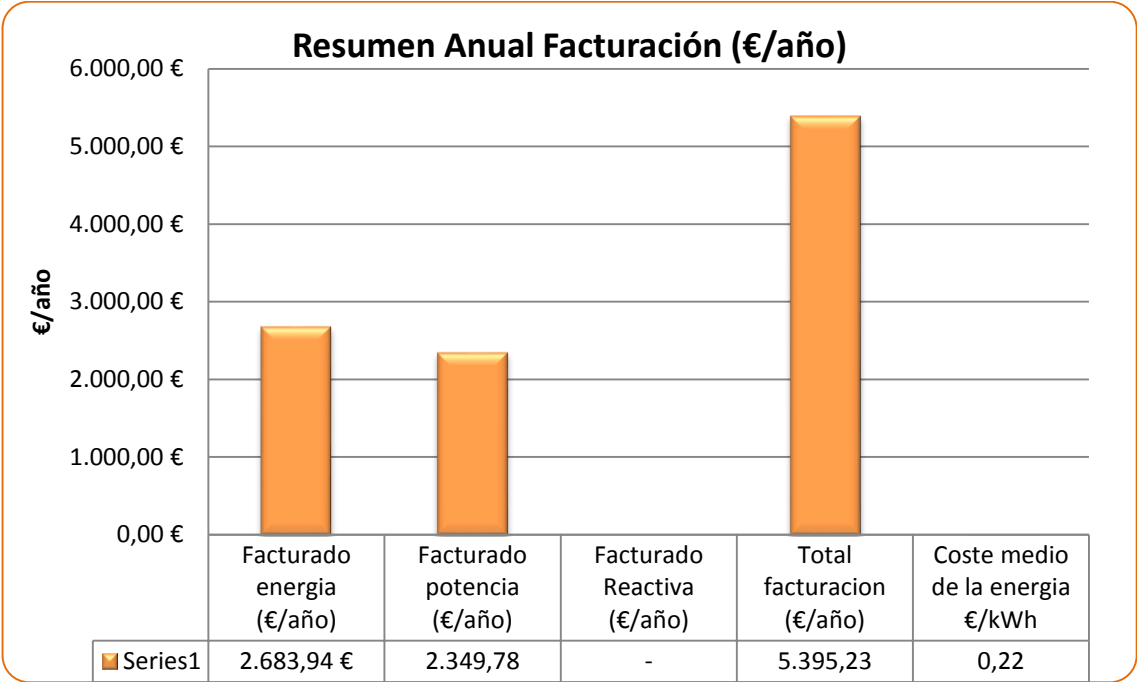


Gráfico 8 Resumen Anual de Facturación

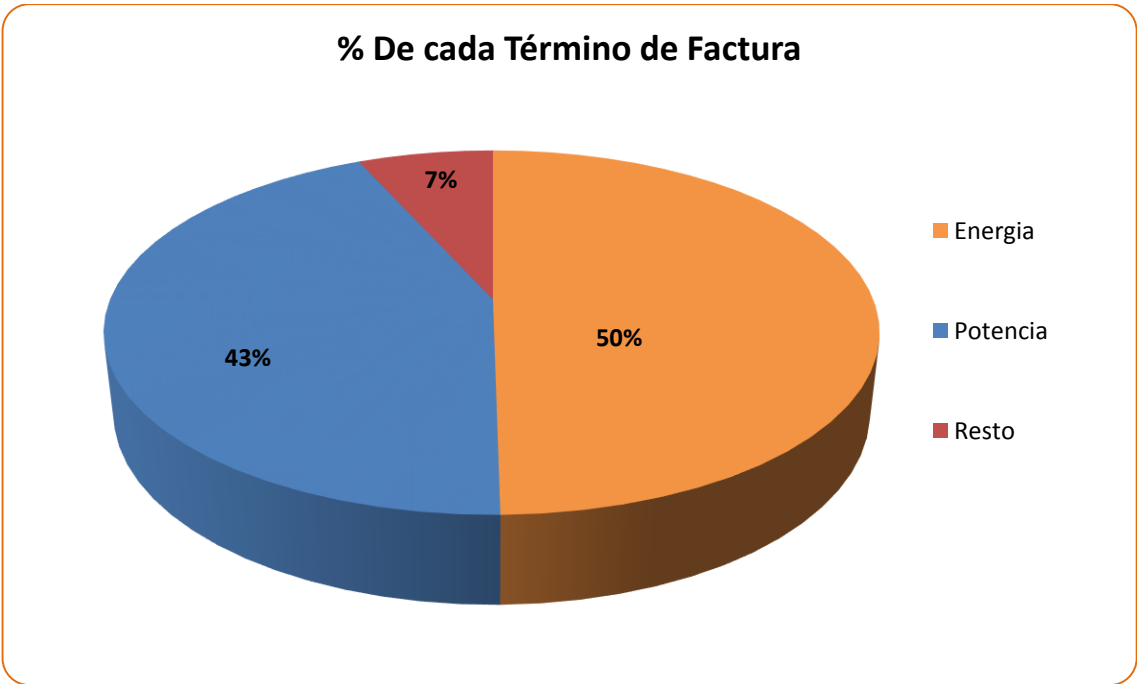


Gráfico 9 Resumen de los términos de Factura

A continuación se presentan gráficas de consumos agrupados por meses naturales:

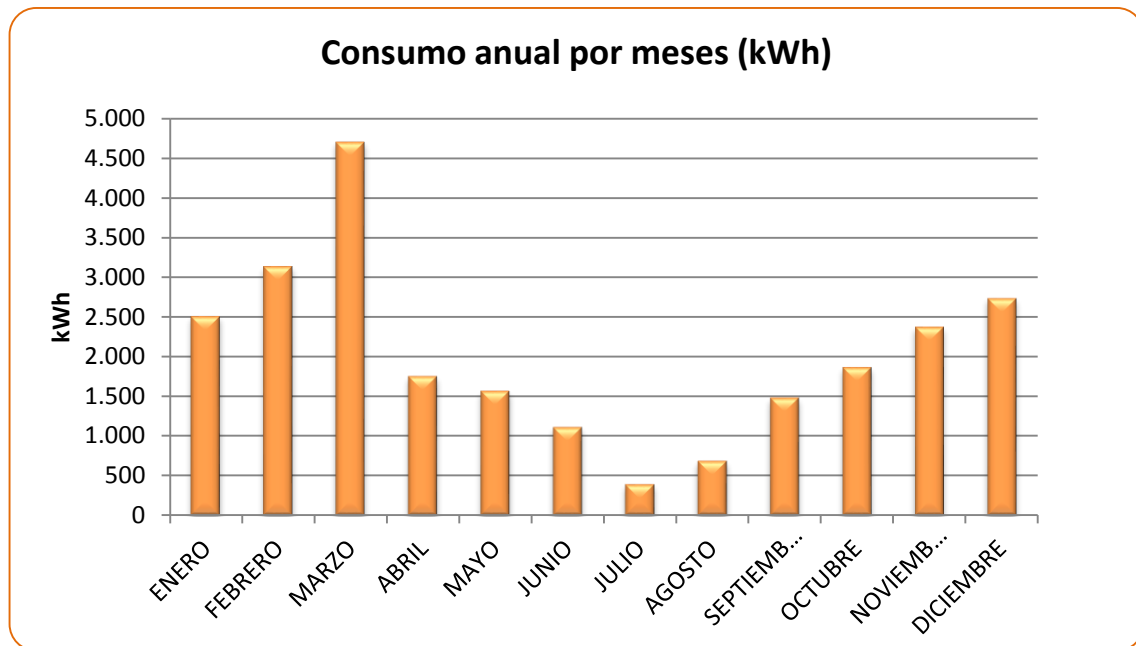


Gráfico 10 Consumo eléctrico mensual

El consumo anual por periodos se muestra a continuación:

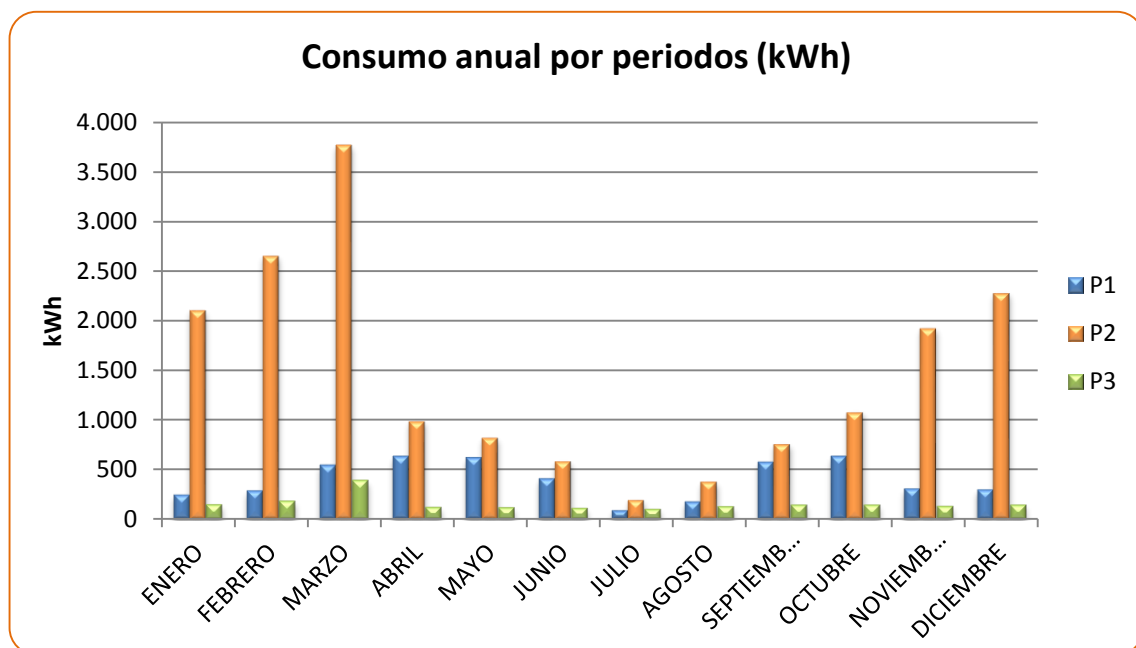



Gráfico 11 Consumo eléctrico por periodos

La siguiente tabla muestra los valores globales del periodo estudiado:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Total Consumo energía (kWh) | 24.314 |
| Total Facturación (€) | 5.395,23 |
| Media mensual de consumo (kWh/mes) | 2.026 |
| Media mensual de coste (€/mes) | 449,60 |
| Coste medio energía (€/kWh) | 0,222 |

Tabla 12 Resumen valores globales de la facturación eléctrica

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

2.2 Consumos térmicos

No existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

2.3 Consumos energéticos totales

| | Electricidad | Combustible (PCI) | Total |
|-------------------|--------------|-------------------|-----------|
| Consumo (kWh/año) | 24.314,00 | - | 24.314,00 |
| Coste (€/año) | 5.395,23 | - | 5.395,23 |

Tabla 13 Consumos energéticos anuales totales

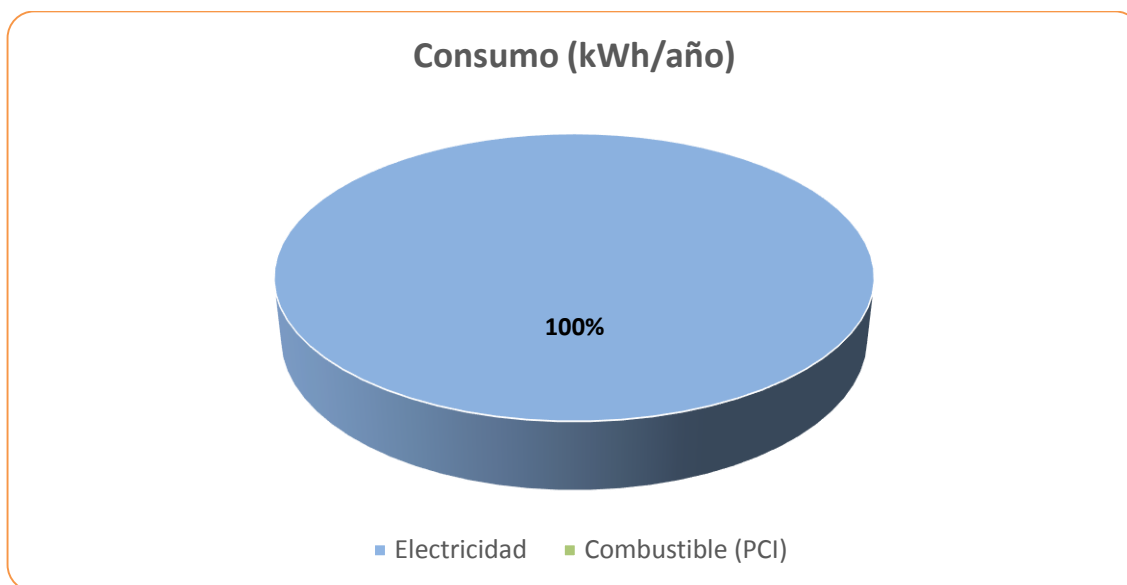


Gráfico 12 Porcentajes de consumos energéticos (kWh/año)

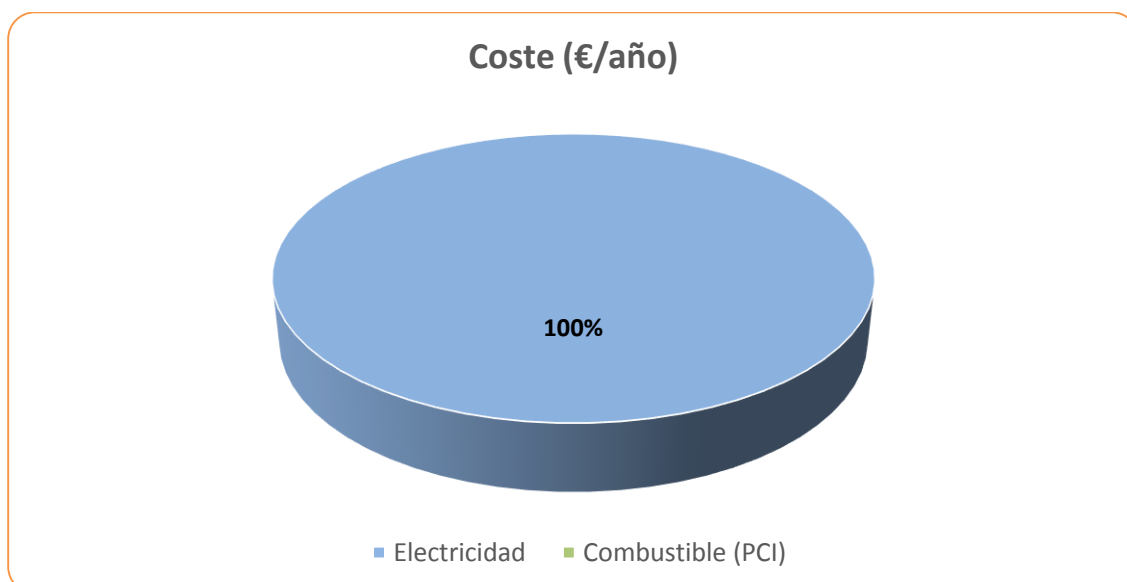



Gráfico 13 Porcentajes de costes energéticos (€/año)

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

2.4 Índices energéticos

Para finalizar esta revisión del estado energético de la instalación, se incluyen varios índices de eficiencia energética.

2.4.1 Índices energéticos eléctricos

Para el cálculo de los índices energéticos eléctricos se ha tomado un periodo de consumo de un año completo comprendido entre Febrero de 2015 y Febrero de 2016

| PARÁMETROS GENERALES ELÉCTRICOS | |
|--------------------------------------------|----------|
| Nº de personas que utilizan la instalación | 283 |
| Superficie total (m ²) | 1.335,55 |
| Pot. Instalada Iluminación Interior (kW) | 20,66 |
| Pot. Instalada Iluminación Exterior (kW) | 1,45 |
| Pot. Instalada Equipos Eléctricos (kW) | 66,23 |
| Pot. Eléctrica Total Instalada (kW) | 88,33 |

Tabla 14 Índices energéticos – Parámetros generales eléctricos

| ÍNDICES ELÉCTRICOS | |
|--------------------------------------|-----------|
| kWh/año | 24.314,00 |
| €/kWh | 0,22 |
| kWh/m ² Total | 18,21 |
| €/m ² Total | 4,04 |
| kWh/persona uso | 85,92 |
| €/persona uso | 19,06 |
| Ton CO ₂ /año | 9,70 |
| Kg CO ₂ /m ² | 7,26 |
| Pot. Iluminación en W/m ² | 15,47 |

Tabla 15 Resumen Índices energéticos eléctricos

2.4.2 Índices energéticos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

3. MEDICIONES REALIZADAS

3.1 Medidas eléctricas

3.1.1 Registros trifásicos

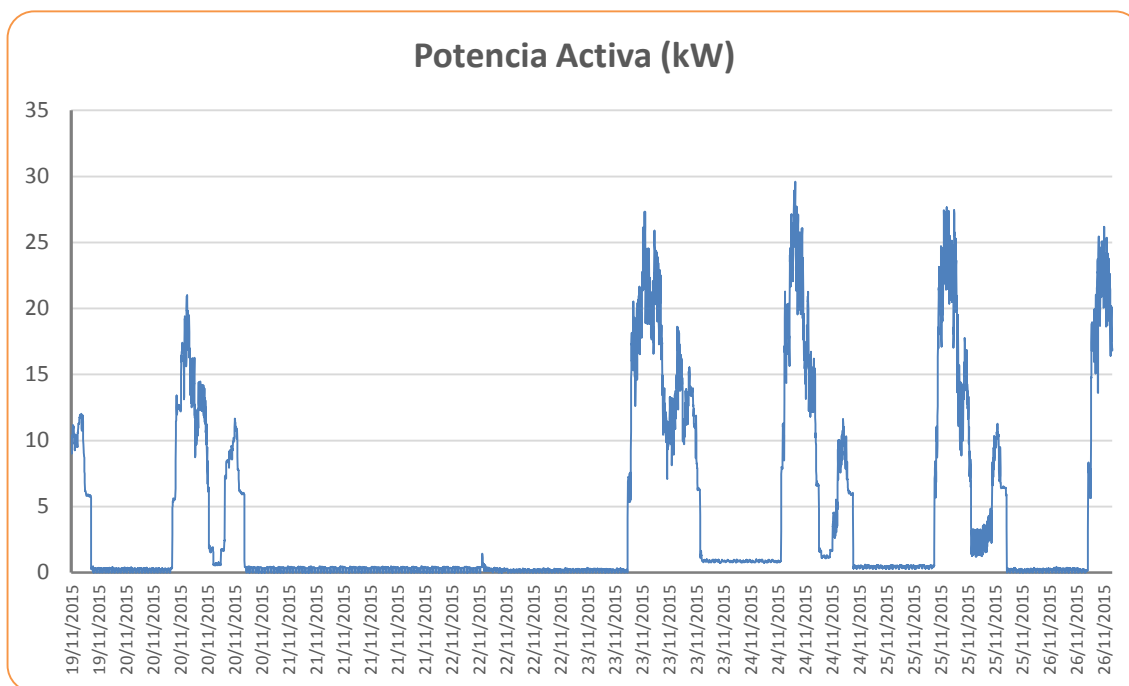


Gráfico 14 Datos de registro de potencia activa desde el 19/11/2015 al 26/11/2015

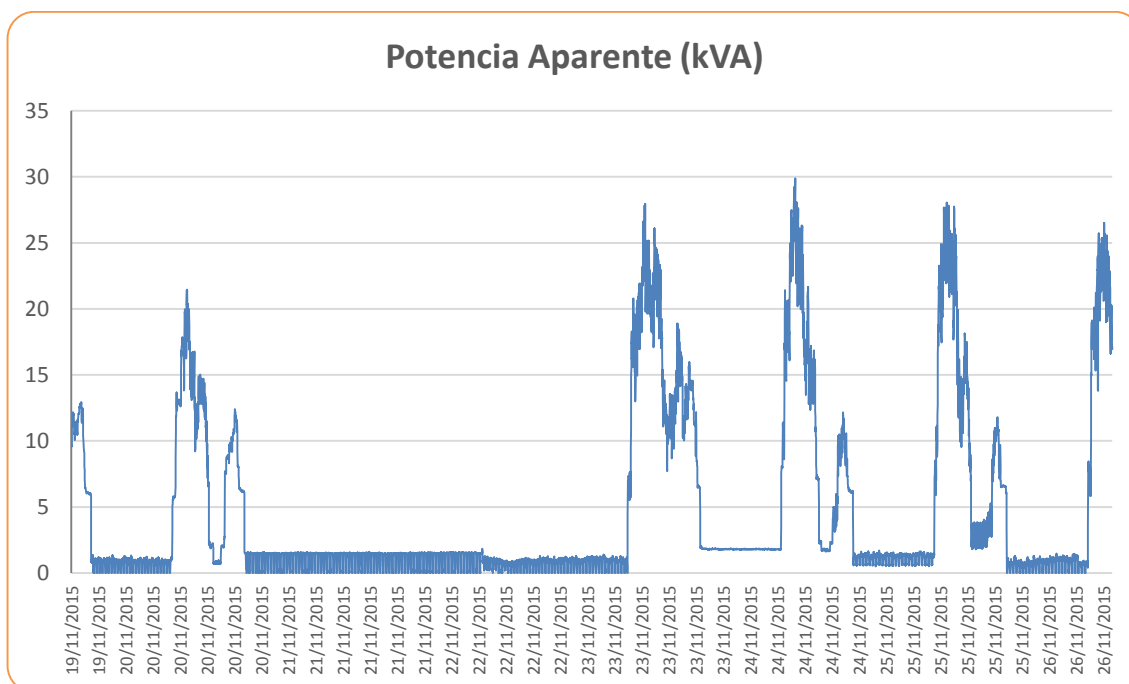


Gráfico 15 Datos de registro de potencia aparente desde el 19/11/2015 al 26/11/2015

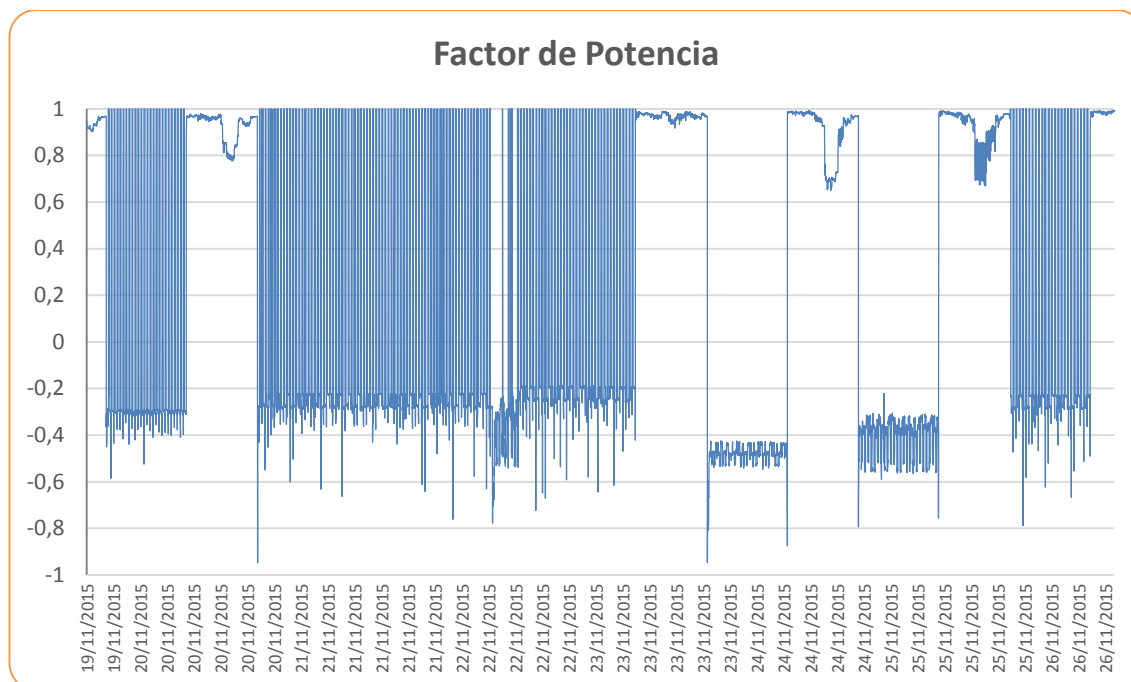


Gráfico 16 Factor de potencia trifásico registrado

Cuando la instalación se encuentra en funcionamiento, el factor de potencia registrado se encuentra en torno a la unidad. En estado de reposo, sin embargo, el valor de este parámetro oscila en torno a -0,2 / -0,4; ésta situación se traduce en una potencia reactiva capacitiva elevada, lo cual no es penalizado por la compañía suministradora.

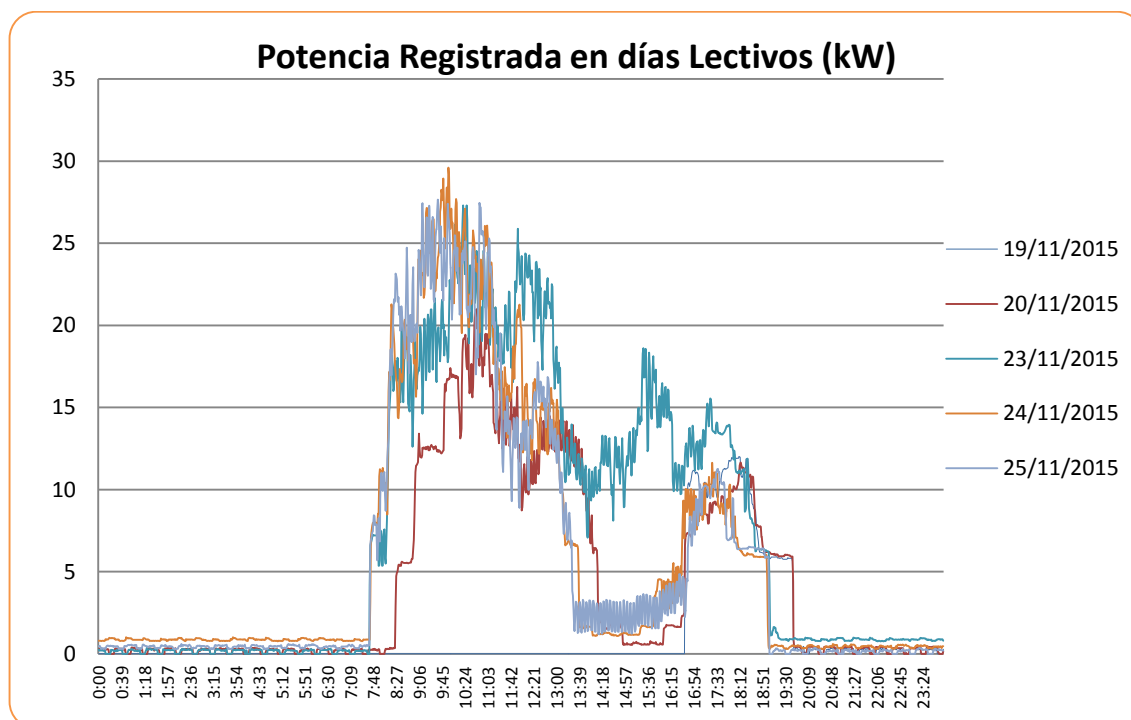


Gráfico 17 Potencia registrada en días lectivos (kW)

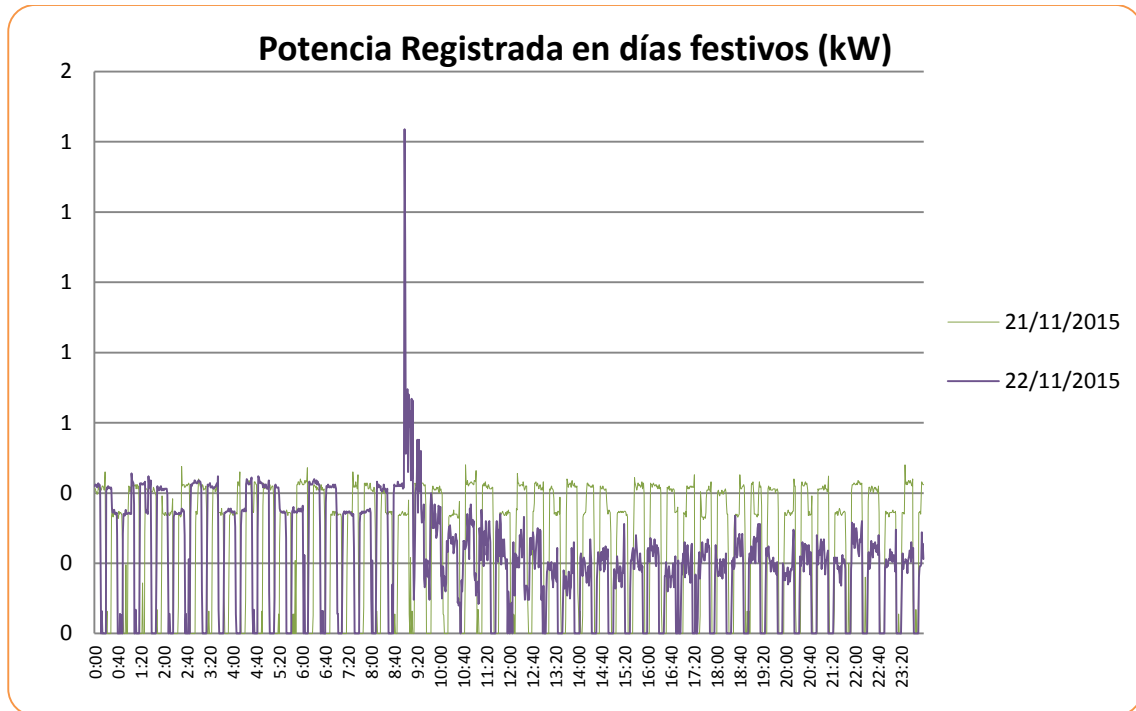


Gráfico 18 Potencia registrada en días no lectivos (kW)

Se observa como la demanda energética es muy similar todos los días, con un perfil de uso con muy pocas variaciones.

Los días lectivos son muy homogéneos con una potencia máxima de 29,12 kW, en consonancia con las medidas de potencia maximétrica del último año de facturas eléctricas, y un horario principal de uso entre 9:00 y 19:00.

Durante los días lectivos también se observa que la máxima ocupación del centro educativo tiene horario de mañana de 8:00 a 14:00 y de tarde de 16:30 a 19:00.

En los días festivos se produce un consumo constante con “picos” de potencia debidos al arranque de los frigoríficos instalados.

La energía consumida durante la semana de medición se muestra en la siguiente gráfica:

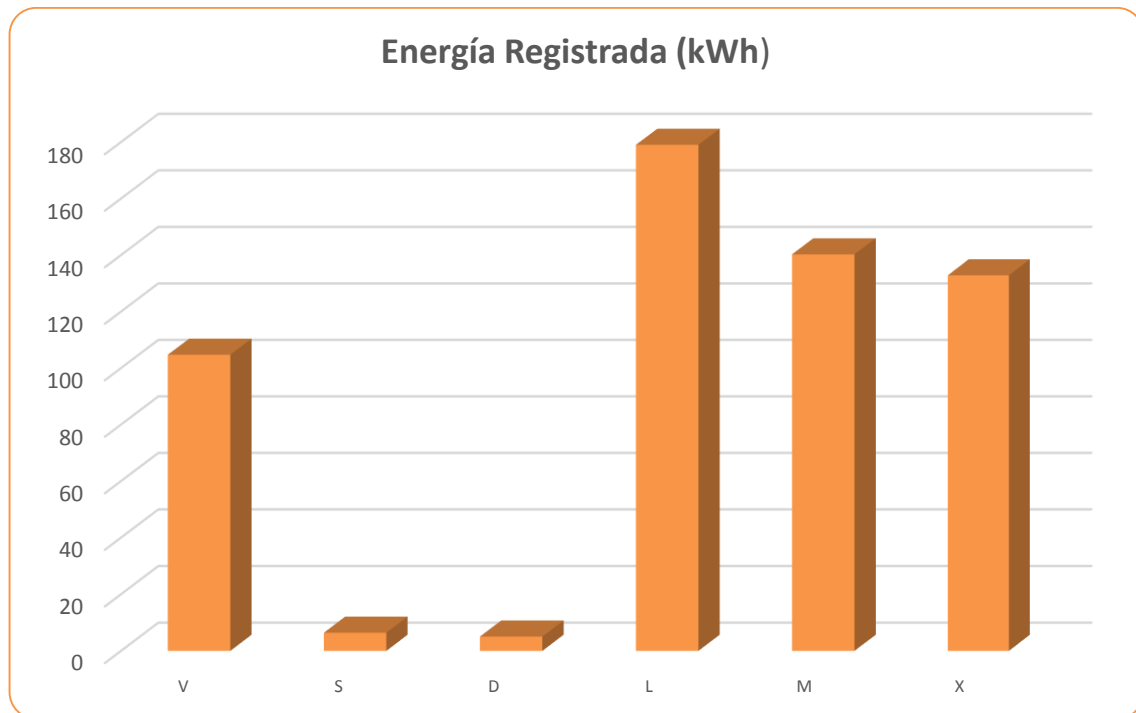


Gráfico 19 Energía consumida por cada día de la semana

El valor medio durante los días lectivos es de 139,20kWh y durante los días festivos de 5,73kWh. Con estos valores obtenemos un consumo mensual de 2841,26kWh para el mes de noviembre, lo que representa un desvío respecto al valor facturado de un 19,62% superior. Este desvío tiene su origen en que se ha instalado el analizador de redes durante una semana, aparentemente representativa. Pero en una instalación de estas características, donde el servicio de calefacción viene prestado mediante radiadores eléctricos, las condiciones climáticas adquieren un papel muy importante. No todas las semanas de noviembre han tenido el mismo patrón climatológico y, por lo tanto, no se ha consumido la misma cantidad de energía.

3.1.2 Registros monofásicos

A continuación se muestran las gráficas que nos muestran el perfil de consumo semanal de diferentes zonas y equipos.

- Sala de Profesores y Especialista



Gráfico 20 Registro de monofásico instalado en Sala de Profesores y Especialista

- AMPA

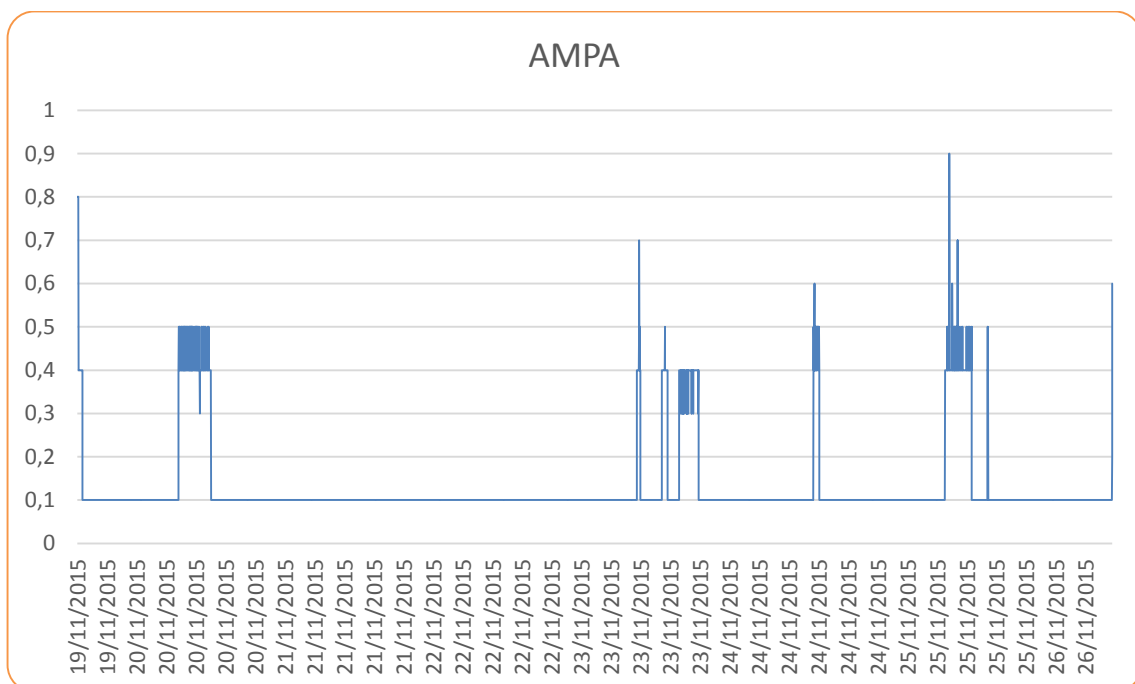


Gráfico 21 Registro de monofásico instalado en AMPA

- **Dirección**

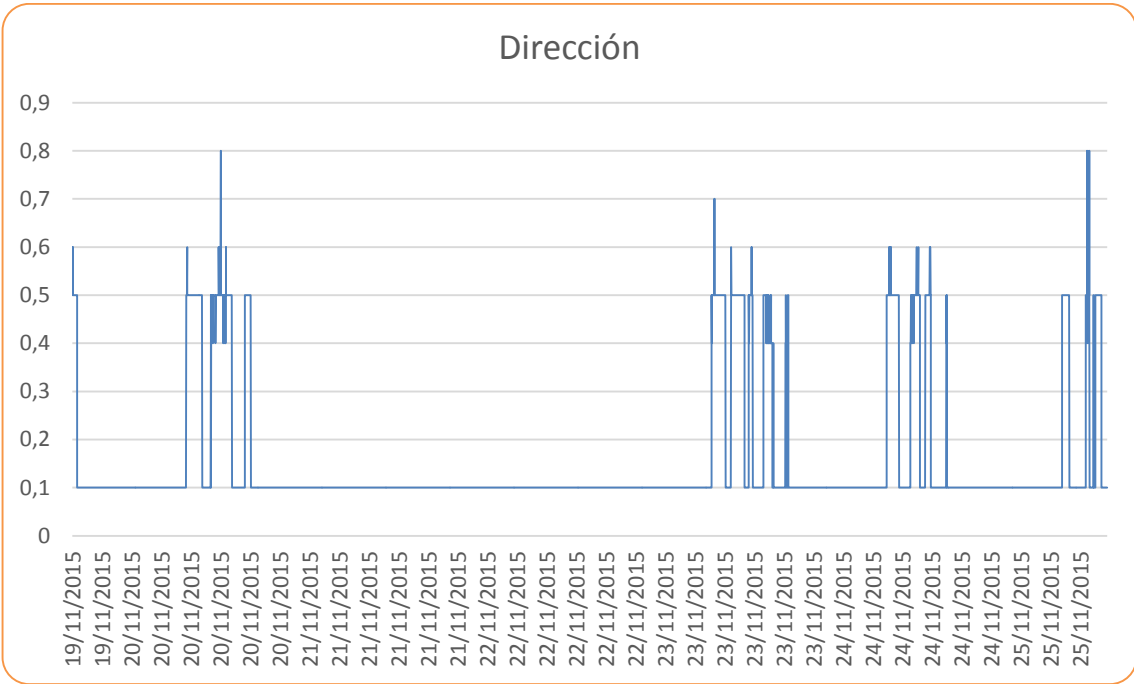



Gráfico 22 Registro de monofásico instalado en Dirección

Los registros permiten obtener un horario medio de iluminación de las estancias en las que se ha realizado las mediciones, siendo éstos:

- Sala de Profesores y Especialista: 1'3-1'5 h/día (L-V)
- AMPA: 1'5-2 h/día (L-V)
- Dirección: 2'5-3 h/día (L-V)

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

3.2 Medida de nivel de iluminación

Para la comprobación de la eficiencia energética del sistema de iluminación de las diferentes estancias, se seguirán las directrices de cálculo marcadas por el **Código Técnico de Edificación en el documento básico HE3, Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Para ello se ha calculado el valor de la eficiencia de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lx. *(El procedimiento de cálculo se especifica en el Informe general de la Auditoría)*.


En la siguiente tabla se muestran las estancias en las que se han realizado las medidas de iluminancia. En una columna se indican los valores de la Iluminancia media resultado de la medición y en otra el valor mínimo exigido según el uso de la estancia. En la columna que muestra los valores de VEEI se muestran en rojo las zonas en las que ese valor supera al máximo.

| Planta | Ubicación | Potencia (W) | Área (m^2) | Iluminancia Media (lux) | Valor s/ Norma (lux) | VEEI |
|--------|--------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------|
| 0 | Limpiadora | 86,4 | 6,09 | 620 | 100 | 2,29 |
| 0 | Limpiadora | 40 | 6,09 | 620 | 100 | 1,06 |
| 0 | Pasillo 1 | 259,2 | 33,94 | 166 | 150 | 4,60 |
| 0 | Aula 9 | 691,2 | 38,64 | 911 | 300 | 1,96 |
| 0 | Aula 9 | 69,6 | 38,64 | 911 | 300 | 0,20 |
| 0 | Secretaría | 259,2 | 21,75 | 196 | 300 | 6,08 |
| 0 | Dirección | 172,8 | 10,31 | 359 | 300 | 4,67 |
| 0 | Dirección | 250 | 10,31 | 359 | 300 | 6,75 |
| 0 | Almacén escalera 1 | 40 | 5,25 | 61 | 100 | 12,49 |
| 0 | Almacén escalera 2 | 40 | 4,55 | 25 | 100 | 35,16 |
| 0 | AMPA | 259,2 | 22,57 | 313 | 300 | 3,67 |
| 0 | Aula 2 | 691,2 | 38,64 | 525 | 300 | 3,41 |
| 0 | Aseo 3 | 86,4 | 7,14 | 372 | 150 | 3,25 |
| 0 | Aula 1 | 691,2 | 38,64 | 771 | 300 | 2,32 |
| 2 | Aula 5 | 691,2 | 38,64 | 730 | 300 | 2,45 |
| 2 | Aula 6 | 691,2 | 38,64 | 745 | 300 | 2,40 |
| 3 | Aula 7 | 691,2 | 38,64 | 482 | 300 | 3,71 |

Tabla 16 Resumen medidas de iluminación en diferentes estancias

Los valores medios de iluminancia están por debajo de los recomendados en los casos de la Secretaría y los Almacenes de la escalera.

Se aprecian niveles de iluminancia excesivos en numerosas aulas.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

3.3 Medidas térmicas

Las medidas térmicas realizadas se han centrado en el registro de temperatura y humedad en una estancia representativa del centro.

3.3.1 Registradores de temperatura y humedad

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa fijadas por el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) figuran en la instrucción técnica IT 1.1.4.1.2. de acuerdo a la siguiente tabla:

| Estación | Temperatura operativa (°C) | Humedad relativa (%) |
|----------|----------------------------|----------------------|
| Verano | 23...25 | 45...60 |
| Invierno | 21...23 | 40...50 |

Tabla 17 Condiciones interiores exigidas por el RITE

REGISTRO DE INVIERNO

Durante el periodo comprendido entre los días 13/01/2015 y 21/01/2015, se realizaron registros de temperatura y humedad en un espacio calefactado y representativo del centro. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- **Secretaría (Planta baja)**

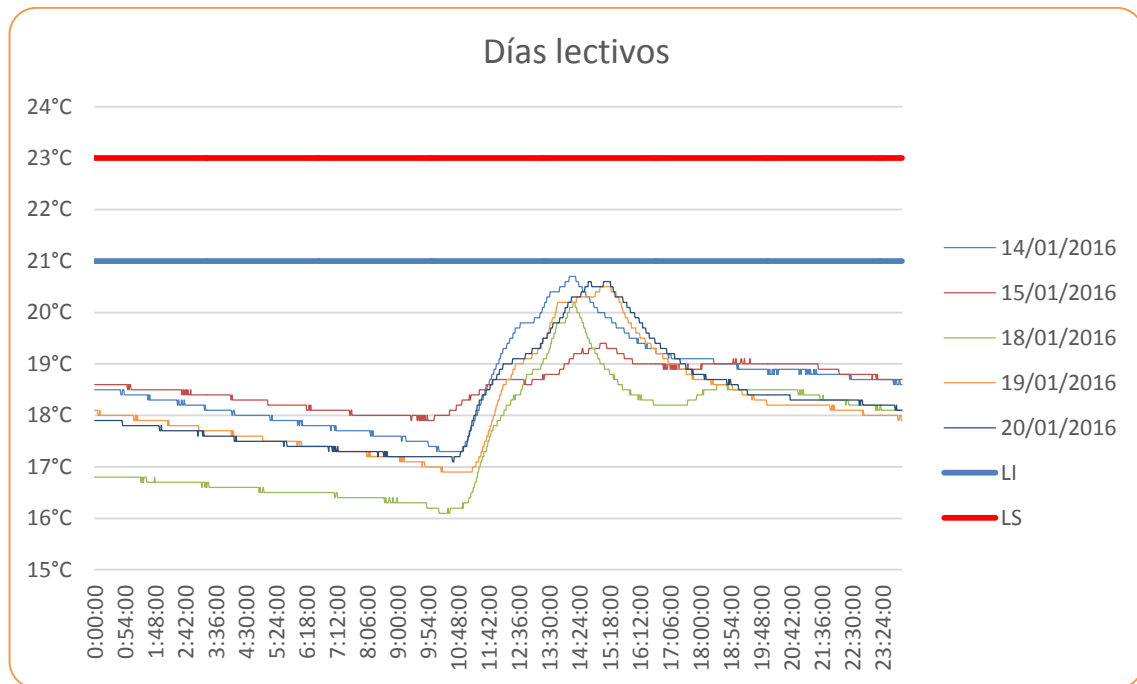


Gráfico 23 Registro de temperatura – **INVIERNO** – **Días lectivos**

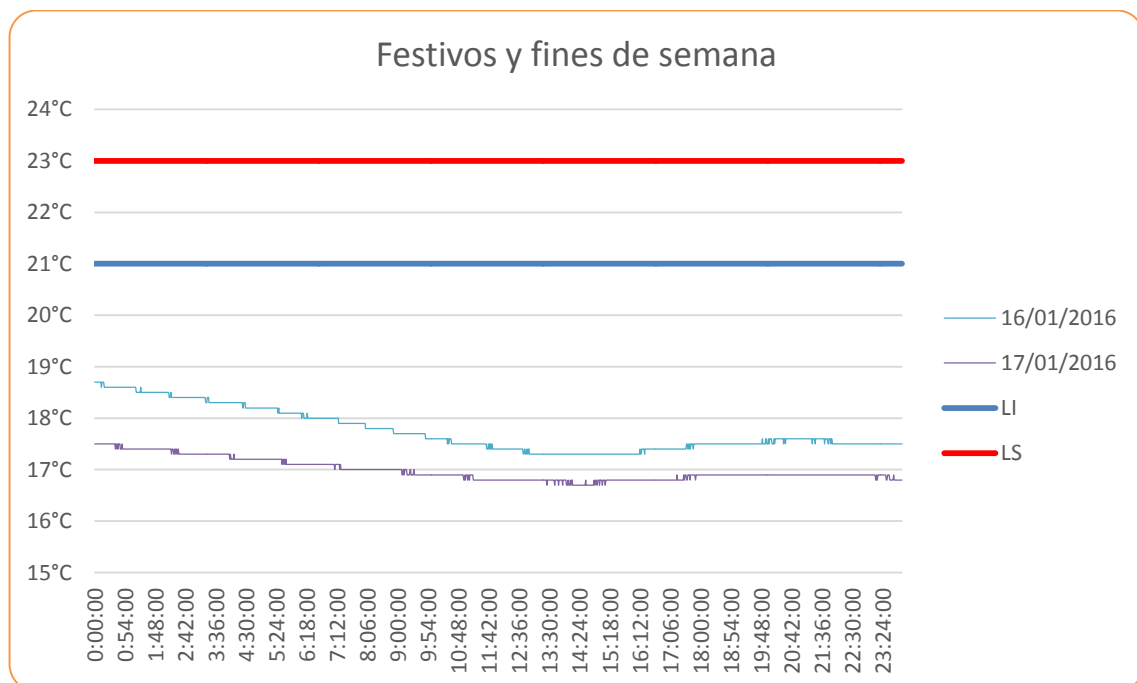


Gráfico 24 Registro de temperatura – **INVIERNO** – **Días festivos**

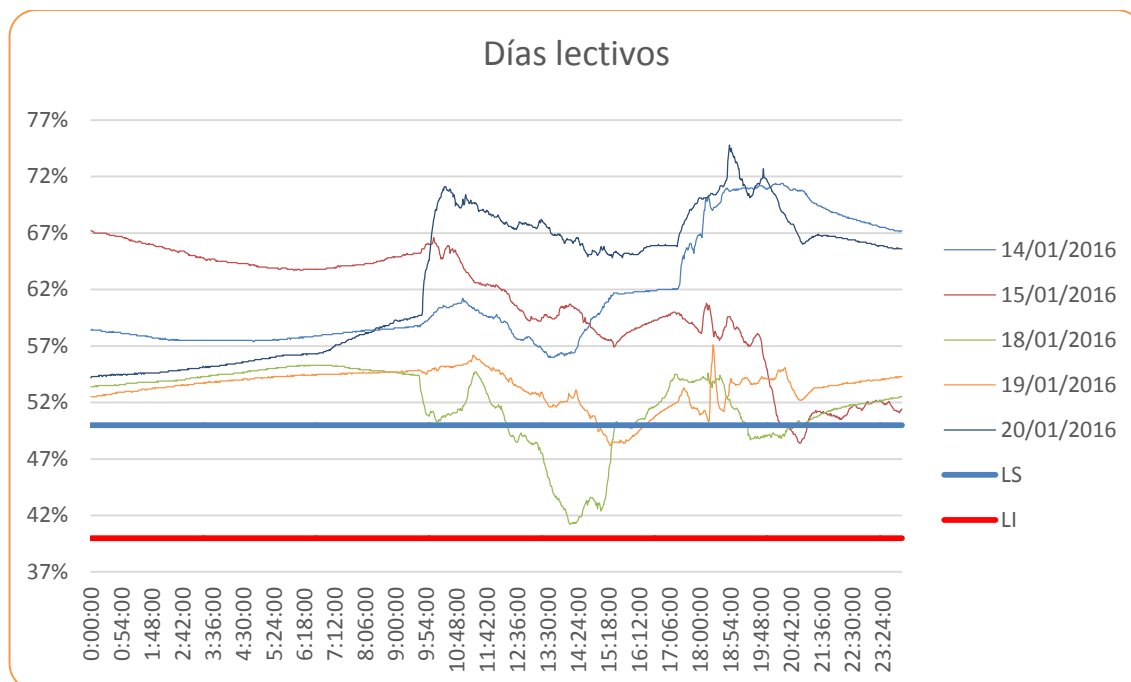



Gráfico 25 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días lectivos



Gráfico 26 Registro de humedad relativa – INVIERNO – Días festivos

Esta zona se trata mediante un radiador con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica para cubrir las necesidades térmicas de la estancia.

La temperatura comienza a ascender a partir de las 10:30h debido a la activación del sistema de climatización y el aumento de la carga térmica del edificio (iluminación, personas...). Durante el

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |


periodo registrado la temperatura permanece por debajo del límite inferior requerido por la normativa (21°C), por lo que la aportación térmica parece insuficiente en esta estancia.

Se observa como el equipo se desactiva fuera del horario de ocupación y durante los fines de semana.

La humedad se sitúa por encima del límite superior requerido por la normativa (50%) durante la mayor parte del horario de ocupación, oscilando entre el 40 y 75%.


Las principales conclusiones que se sacan son las siguientes:

- ☐ **Se aprecian aportaciones térmicas insuficientes.** En general las temperaturas se encuentran por debajo de los 21°C durante los periodos de ocupación, lo que indica un aporte insuficiente de calefacción.
- ☐ Se observa como la temperatura sigue la pauta de ocupación del edificio, aumentando desde las 10:30 hasta las 14:30 y a partir de esa hora va disminuyendo.
- ☐ No se han observado **encendidos de calefacción en días no lectivos.**

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

3.4 Análisis termográfico

El análisis de las diferentes termografías realizadas en el centro se incluye en el anexo correspondiente.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

3.5 Certificación energética

Tras realizar la certificación energética del edificio se ha obtenido una calificación C.

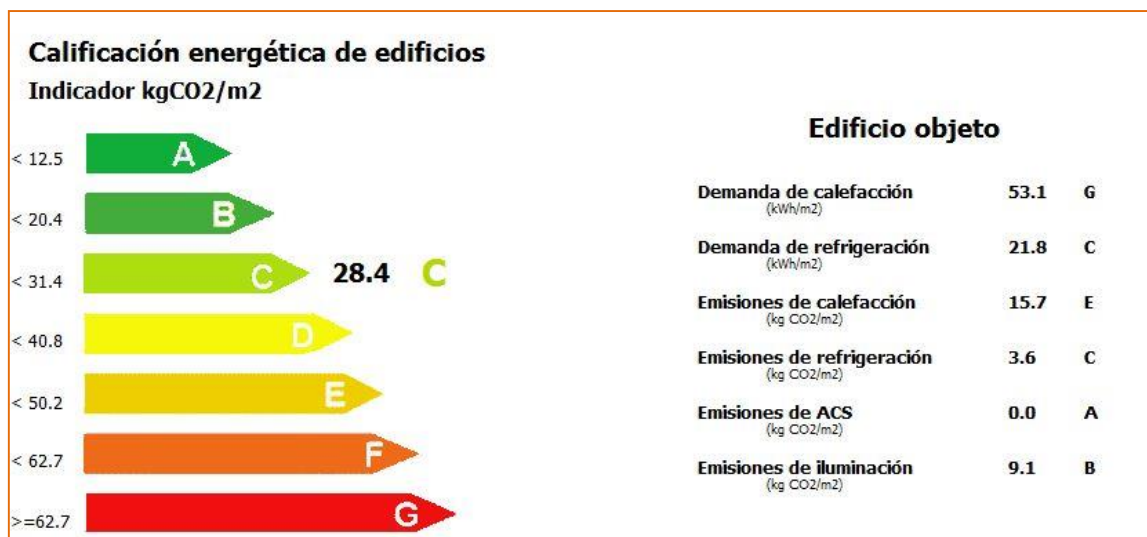


Imagen 9 Etiqueta Certificado Energético

En el anexo correspondiente se adjunta el informe completo de la certificación energética del edificio.

4. ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

4.1 Desglose de consumos eléctricos

Tras realizar un desglose de consumos eléctricos del centro se obtiene una gráfica en la que se recoge el peso de cada uno de los principales consumos:

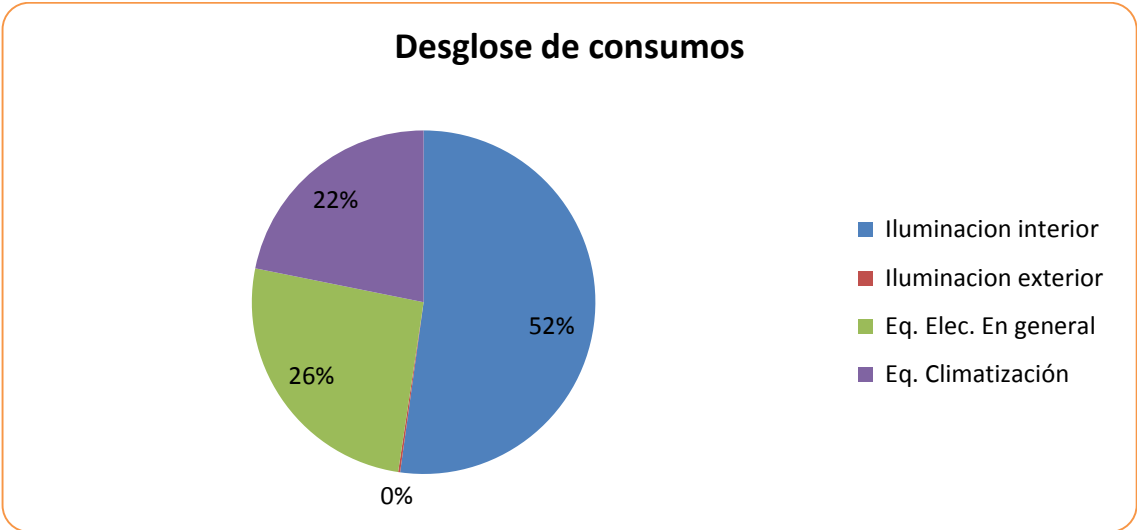


Gráfico 27 Desglose de consumos eléctricos

Los consumos más importantes son los referentes a la iluminación interior, los equipos eléctricos y los equipos de climatización alimentados por energía eléctrica.

Por otra parte, existe un consumo energético despreciable que corresponde al alumbrado exterior.

La siguiente gráfica muestra el consumo estimado en cada periodo frente al facturado, obteniéndose una desviación de alrededor del 1%.

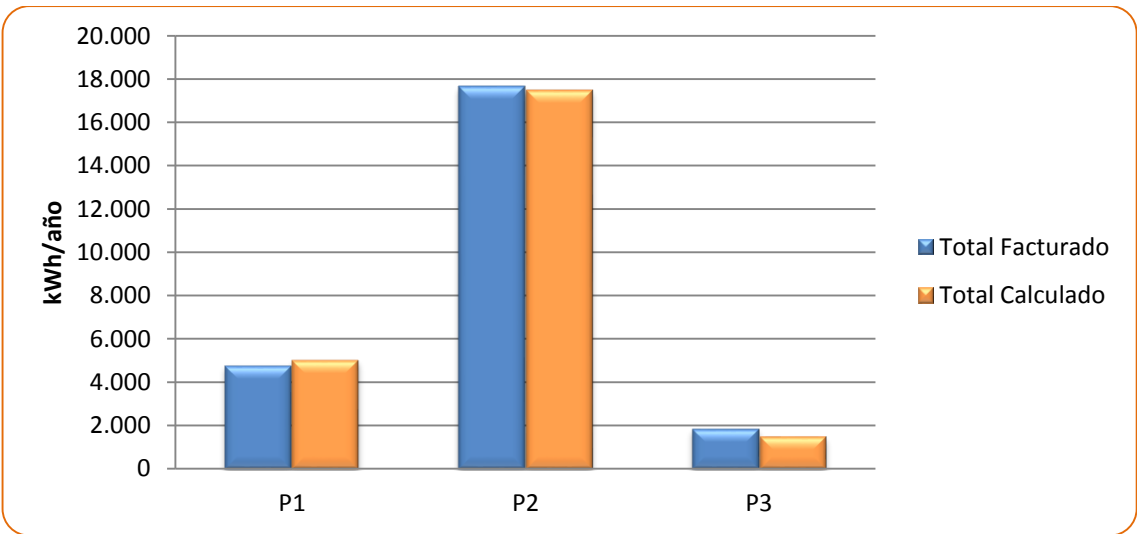




Gráfico 28 Desglose de consumos por periodo

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |


4.2 Desglose de consumos térmicos

Tal y como se menciona en apartados anteriores no existe en el centro suministro directo de combustibles fósiles para la producción térmica.

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  SONINGEO ENERGY SERVICIOS ENERGÉTICOS | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

4.3 Contribución de energías renovables

Actualmente no existe contribución de energías renovables para la producción energética del centro.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

5. ACTUACIONES PROPUESTAS

5.1 Sustitución de iluminación existente por tecnología LED

Descripción actuación: Utilización de equipos de iluminación eficaces mediante el uso de tecnología LED

Descripción de la mejora

Una alternativa a los tubos fluorescentes convencionales son los tubos con fuente de luz led. Este es el método más rápido y sencillo de actualizar las luminarias existentes a tecnología Led pues el tubo encaja directamente en las pantallas estándar.

Entre las ventajas de las lámparas led se encuentran:

- Ahorros de energía de casi un 50% respecto a los tubos fluorescentes convencionales.
- El encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad sin parpadeos ni periodos de arranque.
- Reducción del deslumbramiento percibido.
- Larga vida media (hasta 50.000h).
- Menor coste de mantenimiento debido a su larga duración.
- Excelente mantenimiento lumínico, sin apenas degradarse por el número de encendidos.
- Tecnología limpia libre de mercurio y contaminantes.




Imagen 10 Tubo LED

Aplicación de la mejora

Se propone la sustitución de la iluminación existente por tecnología LED.

Para la evaluación económica se han considerado la sustitución de los equipos en todas las lámparas fluorescentes tubulares existentes con balasto electromagnético, seleccionando el tubo led que le corresponde en función de los lúmenes

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

Precio de la energía

El precio de la energía así como el número de horas de funcionamiento se ha calculado en función del desglose de consumos realizado para cada periodo. Los datos de partida para el cálculo final se muestran a continuación:

| | P1 | P2 | P3 |
|--------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Condiciones de contratación de energía (€/kWh) | 0,14721 | 0,11582 | 0,07950 |
| Porcentaje de consumo de iluminación por periodo | 24,73% | 70,51% | 4,76% |

Los valores resultantes finales se muestran en la siguiente tabla:

| | |
|------------------------------------|----------|
| Precio de la energía (cent€/kWh) | 12,18511 |
| Precio de la potencia (€/kW y año) | 28,54 |

Inversión


Al ser ésta una Auditoria en Grado de Inversión, para valorar la implantación de esta mejora se ha pedido presupuesto a los principales fabricantes de lámparas e instaladores eléctricos con el fin de calcular la inversión necesaria y obtener un valor promedio realista, en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

Con los datos anteriores se obtienen los resultados de la siguiente tabla, donde se presentan los ahorros tanto energéticos como económicos, así como la inversión necesaria y el periodo de retorno simple de la inversión.

| Ahorro energético anual | | | Ahorro económico | | | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO ₂ evitadas |
|-------------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|----------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| kWh | De la mejora | Del edificio | Por energía | Por potencia | Total | € | Años | Ton/año |
| | % | % | €/año | €/año | €/año | | | |
| 6.817 | 54,29% | 28,04% | 830,75 € | 129,88 € | 960,63 € | 11.702,53 € | 12,18 | 2,72 |

Riesgo en la obtención del ahorro esperado

El principal riesgo es el debido a instalar equipos de baja calidad con una vida útil menor de la esperada o con una alta degradación con el tiempo debido a la mala disipación térmica, por lo que se recomienda el uso de equipos de fabricantes de calidad contrastada.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

5.2 Ajuste de la potencia eléctrica contratada

Descripción actuación: adecuación de la potencia contratada en cada periodo de facturación

Descripción de la mejora

Adecuación de la potencia eléctrica contratada con la compañía eléctrica a la potencia que realmente demanda la instalación para de esa forma disminuir el valor económico del término de potencia en la facturación.

Aplicación de la mejora

Se ha realizado un análisis tarifario a partir de los datos de las facturas eléctricas del último año. Se observa que la potencia demandada se encuentra en varios de los periodos facturados por encima de la potencia contratada, mientras que en otros muy por debajo, por lo que se considera recomendable un ajuste de dicha potencia contratada.

Las siguientes gráficas presentan las potencias medidas por el maxímetro durante cada uno de los periodos frente a la potencia actualmente contratada, y la potencia óptima que se propone.

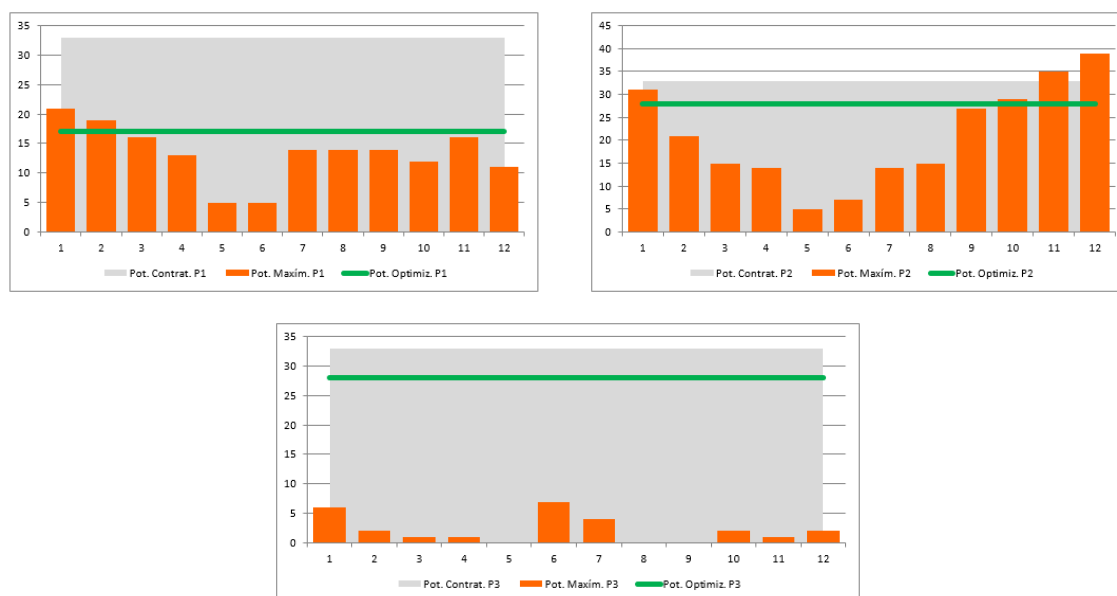


Gráfico 29 Potencias registradas y óptimas por periodo

Se ha realizado una simulación con los datos reales registrados por el maxímetro en el último año y diferentes valores de potencias contratadas. De esta forma se obtienen los valores que minimizan el importe en la facturación debida al término de potencia. Según dicho análisis se recomienda modificar la potencia contratada a **17 / 28 / 28 kW** en los tres periodos.

Para tomar esta decisión es necesario estudiar si hay previsto un aumento o disminución de equipos que impliquen un cambio en la demanda actual. Cualquier modificación de potencia instalada o del uso actual de las instalaciones invalida esta opción, que se considera idónea en las condiciones actuales.

Cálculo de ahorros

Para el cálculo del ahorro económico anual se ha tomado como precio del término de potencia fijado en el R.D. 1454/2005 del 2 de Diciembre para los contratos del Ayuntamiento de Marbella, al que se le ha añadido el 5,1127% de impuesto de electricidad.

| Tipo de tarifa | P1 (€/kW año) | P2 (€/kW año) | P3 (€/kW año) |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| 3.0 A | 42,81 | 25,69 | 17,12 |

La inversión de la medida puede considerarse prácticamente nula, ya que las comercializadoras eléctricas cobran una cantidad media inferior a los 20€ por la realización de las gestiones.

Ahorros económicos

| POT CONTRATADA | | | POTENCIA RECOMENDADA | | | Ahorro económico €/año |
|----------------|-------|-------|----------------------|----|----|---------------------------|
| P1 | P2 | P3 | P1 | P2 | P3 | |
| 32,87 | 32,87 | 32,87 | 17 | 28 | 28 | 580,84 € |

Comparativa Coste Término de Potencia (€/año)

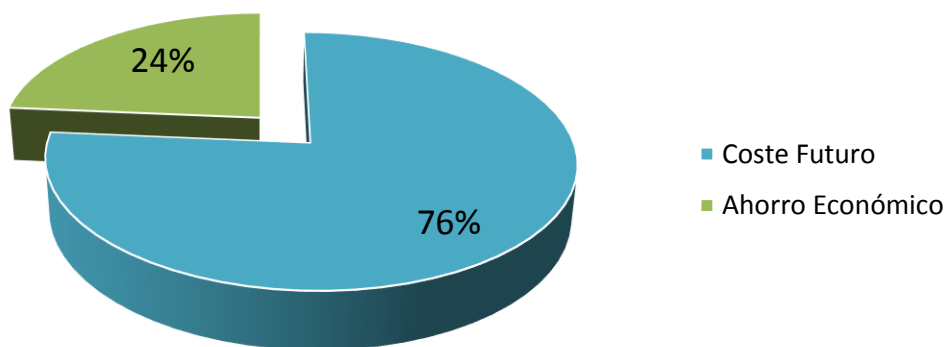



Gráfico 30 Ahorros obtenidos con el cambio de potencia

Riesgo técnico

Esta medida no presenta ningún riesgo técnico para su aplicación siempre que las condiciones de uso y de equipos instalados se mantengan.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

6. MEJORAS RECOMENDADAS

6.1 Sistemas de regulación y control de la iluminación interior

Descripción actuación: Instalación de detectores de presencia en estancias de uso intermitente. Aprovechamiento de la luz natural mediante la utilización de sensores de luz

Descripción de la medida

Los detectores de presencia, también llamados detectores de movimiento o interruptores de proximidad, sirven para conectar o desconectar la iluminación de cualquier espacio en función de la existencia o no de personas en el mismo.

Con esto se logra que el control de encendido y apagado se realice automáticamente, sin que ninguna persona tenga que accionarlo, de manera que solamente permanecerá encendido un interruptor cuando realmente se requiere que la estancia esté iluminada, logrando a su vez un ahorro energético que puede llegar a ser importante.

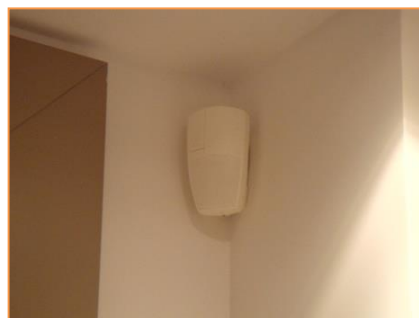



Imagen 11 Detectores de presencia

Concretando, algunas de las ventajas de estos interruptores de proximidad son:

- ☐ Ahorro de energía y disminución del gasto como consecuencia de una mejora en el control de la instalación de la luz.
- ☐ En grandes superficies reducen la necesidad de supervisión de los locales, dedicación de personas al control del alumbrado y resulta más fiable.
- ☐ Como la inversión para adquirir e instalar estos detectores no es muy alta, rápidamente se rentabiliza su compra.
- ☐ Pueden aplicarse al control de cualquier otra instalación energética susceptible de ser independizada por locales, como la calefacción, el aire acondicionado, etc.
- ☐ Mínimo mantenimiento.

Las modernas soluciones en el campo de la iluminación tienen en cuenta la aportación de luz natural en las instalaciones con la intención de ahorrar energía y a la vez costes de explotación. En los **sistemas con regulación de la iluminación en función de la luz natural**, los sensores miden constantemente la cantidad de luz que hay en la sala y reducen la cantidad de luz artificial producida por las lámparas que están funcionando con Equipos de Conexión

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑOZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

Electrónicos regulables, de forma que siempre se mantiene un nivel de iluminación predefinido en la sala. Con ello no sólo se puede ahorrar energía en los días soleados, sino que también se puede aprovechar la luz diurna en los días nublados.

El sensor se debe montar sobre una superficie de referencia (por ejemplo un escritorio), de forma que reciba fácilmente la luz reflejada en la superficie (luz que será mezcla de luz artificial y luz natural). Se debe evitar una iluminación directa de la luz del sol o de posibles reflejos muy intensos de la luz de sol (como por ejemplo, desde el alféizar de la ventana) ya que se pueden dar desviaciones en la regulación. Por la misma razón se debe de respetar una distancia adecuada.


Aplicación de la mejora

Para el cumplimiento del documento HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” del CTE, es necesario disponer de sistemas de regulación y control de la iluminación interior que cumplan las siguientes condiciones:

- Sistemas de detección de presencia o sistemas de temporización en zonas de uso esporádico.
- Sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural.

Ahorro energético

El potencial de ahorro con la utilización de sistemas de gestión de iluminación, como pueden ser sensores de luz, es de hasta un 60% del consumo de iluminación de las zonas controladas.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

6.2 Implantación de un sistema de monitorización y control

Descripción de la mejora

Se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo térmico y eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como para el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación. Es una forma de facilitar la gestión por parte de la Empresa de Servicios Energéticos y el control por parte del Ayuntamiento.

El sistema contará con un gestor energético que será el eje sobre el que se montará el sistema de monitorización y control, el cual debe contar con un servidor web y XML integrado, además de un pequeño SCADA integrado que permitirá algunas acciones de control y programación del módulo, con comunicación mediante protocolo abierto (RS485 Modbus o similar) para la colección de datos y entradas digitales para otras señales como contadores de pulsos o señales de estado.

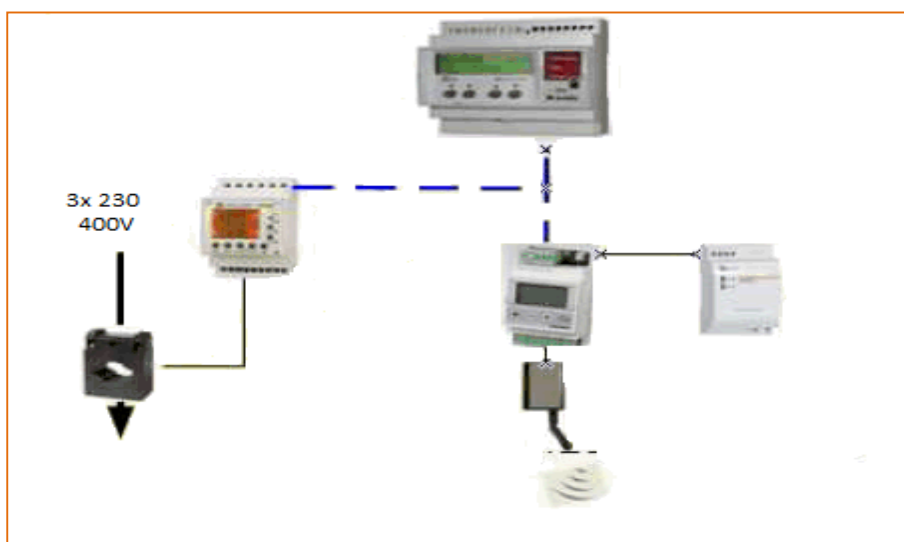



Imagen 12 Esquema de sistema de monitorización

El equipo permitirá la comunicación con el sistema de control, gestión de datos y operación superior a través de Ethernet o, en caso de no haber conexión, vía 3G que comunicaría a través de la red telefónica, por lo que es imprescindible que los protocolos de comunicación estén perfectamente definidos y sean abiertos. El sistema debe ser escalable, de forma que, en un futuro, se puedan ampliar el número de puntos de control o instalar sistemas compatibles de control específico adicionales.

Aplicación de la mejora

Los parámetros mínimos a controlar serán la acometida eléctrica principal, el consumo eléctrico y térmico de la sala de calderas, en caso de existir, y dos sondas de temperatura ambiente en zonas significativas del edificio. Por lo tanto, al gestor energético irán conectados los diversos analizadores de redes que tomarán los datos de la instalación. Siempre que fuera posible, los

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

datos de pulsos de los contadores de combustible y las sondas de temperatura se llevarán directamente a este equipo a través de cable. En cualquier otro caso se hará la comunicación a través de equipos inalámbricos que se comunicarán con un concentrador de señales que irá conectado al gestor energético.

Se contemplará la posibilidad de incorporar un autómata para soluciones más complejas de control, como apagado y rearmado de interruptores en el cuadro principal, control de sistemas de calefacción y climatización a través de las temperaturas en aquellos equipos que lo permitan.


Beneficios de la instalación

Los beneficios de la implantación de este sistema incluyen el control en tiempo real, la configuración de alarmas para consumos excesivos o no deseados, la elaboración de curvas de carga del edificio, el control de facturación, la posibilidad telegestión de los puntos más importantes de la instalación y la disponibilidad de datos necesarios para la detección de ineficiencias y elaboración de estrategias de explotación acordes con la filosofía de eficiencia energética.

Inversión

Al tratarse de una auditoria en grado de inversión, para el cálculo de la inversión necesaria para la aplicación de esta mejora se ha solicitado presupuesto a los principales fabricantes de sistemas de monitorización y control para establecer un valor promedio realista en el que se ha tenido en cuenta tanto el precio material de la inversión como la mano de obra para realizarla.

El coste de implantación de este sistema dependerá de las variables a controlar con un coste económico mínimo estimado de 1.500 €.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | AUDITORÍA ENERGÉTICA AYUNTAMIENTO DE MARBELLA C.E.I.P. HERMANOS GIL MUÑIZ | 1306 |
| | | 41 |
| | | Rev.02 |

7. PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

7.1 Energía solar térmica

No se considera su implantación al no existir en el centro demanda de agua caliente sanitaria (ACS).

7.2 Biomasa

La producción térmica para la calefacción del centro consta de radiadores con batería de calentamiento mediante resistencia eléctrica, por lo que, para implantar la biomasa como contribución de energías renovables, la instalación requeriría de una reforma integral para poder adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una instalación de este tipo.

Por otra parte, los condicionantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Debido al bajo número de horas de funcionamiento de la calefacción el periodo de retorno simple de la inversión sería elevado.
- La implantación de esta mejora sirve como actuación ejemplarizante y educativa sobre las energías renovables y la protección del medio ambiente. Esta circunstancia se ve acentuada por la mejora en calificación energética.
- Se considera una opción a tener en cuenta al sustituir la caldera existente si se dan las condiciones adecuadas de acceso del camión de suministro y hay espacio suficiente en la sala de calderas para el almacenamiento de combustible. En este caso, no existe sala de calderas y podrían existir limitaciones de acceso.

Desde el punto de vista de viabilidad económica, donde la implantación de estos sistemas presenta periodos de retorno altos, junto con las limitaciones de acceso y que la instalación actual no se adaptaría directamente a las condiciones de funcionamiento de una instalación de biomasa tradicional, no se considera su instalación.

7.3 Fotovoltaica - Autoconsumo

Actualmente, las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo están reguladas mediante el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre de 2015. En el apartado 5 se resumen los principales aspectos a tener en cuenta.

Entre los condicionantes principales que tendrían que cumplir los edificios o instalaciones para hacer viable una instalación fotovoltaica de autoconsumo que se adapte a los requisitos recogidos en el Real Decreto 900/2015, están los siguientes:

- Curva de carga del edificio continua y uniforme durante la mayor parte de los días del año. Maximizar el autoconsumo de la generación fotovoltaica.
- Espacio disponible para la ubicación de los módulos fotovoltaicos.

Por lo tanto, al no cumplirse estos condicionantes, no se aconseja la implantación de energía solar fotovoltaica en este centro.

8. RESUMEN

A continuación se presenta una tabla resumen incluyendo todos los ahorros e inversiones asociadas a la implantación de las mejoras propuestas en esta auditoría:

| Propuestas de Mejora | Ahorro energético anual | | Ahorro económico | Inversión total | Retorno simple | Emisiones CO ₂ evitadas |
|--------------------------------------------|-------------------------|----------------|-------------------|--------------------|----------------|------------------------------------|
| | kWh | % ¹ | €/año | € ² | años | Ton/año |
| Sustitución iluminación por tecnología LED | 6.817 | 54,29% | 960,63 € | 11.702,53 € | 12,18 | 2,72 |
| Ajuste de la potencia eléctrica contratada | - | - | 580,84 € | - | - | - |
| TOTAL ELÉCTRICAS | 6.817 | - | 1.541,47 € | 11.702,53 € | 7,59 | 2,72 |

Tabla 18 Resumen de resultados de las actuaciones propuestas

Entre las **mejoras recomendadas** se pueden enumerar:

- Implantación de sistemas de regulación y control de la iluminación interior en zonas de uso intermitente como pasillos y vestuarios.
- En el marco de la integración actual de las soluciones TIC asociadas a la gestión y control de consumos de edificios, se propone la implantación de un sistema de monitorización y control con el fin de que los parámetros principales de consumo tanto térmico como eléctrico sean accesibles tanto para el responsable de los edificios como el posible gestor energético que se haga cargo de su mantenimiento y explotación.

¹ Sobre el consumo eléctrico o térmico anual

² Todos los precios son sin IVA